

وإنتقاء المواهب الكروية

الدكتور

عدي جاسب حسن

30 عاماً من العطاء
مجدلاوي

الميكانيكا الحيوية

وانتقاء المواهب الكروية

الميكانيكا الحيوية

وانتقاء المواهب الكروية

الدكتور

عدي جاسب حسن



الطبعة الأولى
2014م -2015م

المملكة الأردنية الهاشمية رقم الإيداع لدى دائرة المكتبة الوطنية (999/ 2/2014)

612.0144
حسن، عدي جاسب
الميكانيكا الحيوية وانتقاء المواهب الكروية/ عدي جاسب حسن
- عمان: دار مجدلاوي للنشر والتوزيع، 2014

(260) ص.
ر.إ.: (2014/2/999).

الواصفات: /كرة القدم جهاز الحركة// التشريح/

* يتحمل المؤلف كامل المسؤولية القانونية عن محتوى مصنفه ولا يعبّر هذا المصنف عن رأي دائرة المكتبة الوطنية أو أي جهة حكومية أخرى.

ISBN 978-9957-02-561-8 (ردمك)

دار مجدلاوي للنشر والتوزيع
تليفاكس: ٥٣٤٩٤٩٧ - ٥٣٤٩٤٩٩
ص.ب ١٧٥٨ الرمز ١١٩٤١
عمان - الاردن



Dar Majdalawi Pub.& Dis.
Telefax: 5349497 - 5349499
P.O.Box: 1758 Code 11941
Amman- Jordan
www.majdalawibooks.com
E-mail: customer@majdalawibooks.com

- **الآراء الواردة في هذا الكتاب لا تعبّر بالضرورة عن وجهة نظر الدار الناشرة.**

- **المراجعة اللغوية/ أ.م عمر محفوظ باني**

بسم الله الرحمن الرحيم

﴿ شَهِدَ ٱللَّهُ أَنَّهُۥ لَآ إِلَٰهَ إِلَّا هُوَ وَٱلْمَلَٰٓئِكَةُ وَأُو۟لُوا۟ ٱلْعِلْمِ قَآئِمًۢا بِٱلْقِسْطِ ۚ لَآ إِلَٰهَ إِلَّا هُوَ ٱلْعَزِيزُ ٱلْحَكِيمُ ﴿١٨﴾ ﴾

صدق الله العظيم

سورة ال عمران

الإهداء

إليكم وأنتم في عليين سعداء شهود في دار الحق إلينا تنظرون.

إليكم اهدي هذا الجهد المتواضع ليرن في إذن قارئه أنني امرؤ لا املك إلَّا أن اخلد أسمائكم عرفاناً ووفاءً، فلكم الرحمة أيها

العم حسب حسن عكلة

والأخ الدكتور فراس عبد الزهرة حميدي

والأخ حمزة كاظم حسن

عدي

المقدمة

اتسمت العلوم الرياضية في السنوات الأخيرة بالتوسع الملحوظ، ومن هذه العلوم المعترف بها حالياً بوصفها فرعاً أكاديمياً علم الميكانيكا الحيوية الذي يحتاج إلى خبرة ميدانية تخصصية لإخضاع الحركات التي يقوم بها الرياضي للقوانين الميكانيكية واستثمار هذه القوانين لتحسين وتطوير تلك الحركات، بمعنى إنّ هذا العلم يتم فيه تطبيق المبادئ الميكانيكية لكي يتم فهم وظيفة الجهاز البيولوجي، وعلى الرغم من ان هذا العلم أصبح من العلوم المستقلة إلّا انه يتداخل مع بقية العلوم الرياضية الأخرى كعلم التشريح وعلم وظائف الأعضاء والكيمياء الحيوية والطب الرياضي وعلم التدريب الرياضي وعلم النفس وغيرها من العلوم. لذلك أصبحت هناك مرحلة إدراك جديدة بشكل متزايد لأهمية هذه العلوم ليتم تطبيقها في معالجة ووضع الحلول للمشاكل التي تعترض الرياضة بشكل عام وكرة القدم على وجه الخصوص.

وقد لاقت تطبيقات الميكانيكا الحيوية على الفعاليات والألعاب الرياضية وخاصة الفردية منها قبولاً مميزاً من قبل المهتمين والمختصين بهذه الألعاب والفعاليات، إلّا ان تطبيقات الميكانيكا الحيوية على لعبة كرة القدم لم تحظ بالنصيب الوافر، وهذا ما كان حافزاً ودافعاً للمؤلف للخوض في غمار هذا الموضوع على الرغم من حداثته وصعوبة البحث فيه مراعين في ذلك الشرح الواضح والمبسط ليكون مفهوماً لكل من المدرب واللاعب والباحث، لجعل هذا العلم أكثر انفتاحاً وتطبيقاً واقعياً بمجال كرة القدم وترجمة ذلك من خلال اعتماد المؤشرات الميكانيكية لانتقاء المواهب الكروية التي يمكن استثمارها لتشكيل الفرق الرياضية المميزة.

لذلك فإن الغرض الرئيس من تقديم هذا الكتاب هو استكمال ما تم طرحه في كتابنا السابق "التقييم الميكانيكي في مدرسة كرة القدم" محاولة منا لمساعدة المهتمين والعاملين في حقل كرة القدم بأحدث المعارف والخبرات العلمية المرتبطة بميكانيكية عمل أجسام اللاعبين أثناء أداء المهارات الأساسية بكرة القدم والتعرف على أهم أساليب ووسائل التقييم في الميكانيكا الحيوية وجعلها متاحة على نطاق أوسع

في عالم كرة القدم ومدى أهمية وإمكانية الاستفادة من المبادئ والقوانين الميكانيكية المهمة والمؤثرة في فاعلية الأداء.

ولكي يفهم المدرب أن جسم اللاعب كأي آلة ميكانيكية تقوم بالحركة حسب القوانين الميكانيكية لابد له من التعرف على المفاهيم التشريحية لأجسام اللاعبين لأنها تعتبر الشرط الأساس والمسبق للوصول إلى الفهم المعمق لميكانيكية حركة لاعبي كرة القدم، وهذا ما حتم على المؤلف تناول هذا الموضوع في الفصل الأول من هذا الكتاب، في حين تم التطرق في الفصل الثاني لأساليب ووسائل التقييم في الميكانيكا الحيوية، وتم شرح التحليل البيوميكانيكي لمهارة الركل في الفصل الثالث، وفي الفصل الرابع فكان عن المفاهيم الميكانيكية ودورها في تثبيت الموهبة بكرة القدم، وتم الربط في الفصل الخامس بين التحكم العضلي والميكانيكا الحيوية ودورهما في تطوير مهارة الركل. وناقش الفصل السادس مهارة القفز عند لاعبي كرة القدم، وتم عرض مهارة ضرب الكرة بالرأس في كرة القدم في الفصل السابع، ويختتم الكتاب موضوعاته بالفصل الثامن الذي يعرض شرحاً وافياً عن ميكانيكية مهارات حارس المرمى.

أتمنى من الله العلي القدير أن أكون قد وفقت في هذا العمل المتواضع الذي لا ادعي له الكمال فهذا ضربٌ من المحال، ولا يفوتني أن أسجل عظيم شكري وامتناني لكل من ساهم بانجاز هذا العمل آملاً أن ينال قبول القارئ العربي.

وآخر دعواي.. اللهم لا ترفعني في الناس درجة إلاّ حططتني عند نفسي مثلها، اللهم لا تحدث لي عزاً ظاهراً إلاّ أحدثت لي ذلة باطنة عند نفسي بقدرها، وصل اللهم على محمد واله وصحبه وسلم تسليماً كثيراً.

دكتور

عدي جاسب حسن

محتويات الكتاب

الفصل الأول

علم التشريح

الفصل الأول

علم التشريح

المقدمة:

لوصول الموهوب إلى اللاعب المميز لابد من توافر سمات كثيرة، ومن هذه السمات اللياقة البدنية ولياقة الجهاز الدوري التنفسي، والمهارة والمعرفة الخططية، والذكاء وحسن التصرف تبعا للموقف الذي يتعرض له أثناء مواقف اللعب المختلفة، فضلاً عن الكفاءة النفسية. وبعض اللاعبين يملكون القدرة الطبيعية في جميع هذه السمات، ورغم ذلك فإن الغالبية العظمى من اللاعبين يخضعون لبرامج التدريب لتحسين بعض قدراتهم على أرض الملعب. ولزيادة كفاءة التدريب والوصول إلى مبتغاه لابد للمدرب من معرفة بعض مرتكزات علوم الرياضة.

ففهم أساسيات علم التشريح وعلم وظائف الأعضاء ومعرفة عمل العضلات خلال مهارات كرة القدم مثل الجري والركل والقفز وضرب الكرة بالرأس وكذلك الرمي، تكون مفيدة لكل من المدرب واللاعب ومدرب اللياقة البدنية وكذلك المعالج للوقاية من الإصابة والتشخيص وإعادة التأهيل بعد الإصابة.



علم التشريح والميكانيكا الحيوية:

يعد علم التشريح من علوم الأحياء التي تدرس الأجسام الحية, وعلم التشريح هو علم يبحث في شكل وبنية الأجسام الحية فمثلاً علم تشريح الإنسان يدرس شكل وبنية جسم الإنسان ومختلف أعضائه، مثلاً شكل وبنية العظام والعضلات والقلب والدماغ والنخاع الشوكي... الخ.

ومصطلح Anatomy مشتق من الكلمة اليونانية أناتوميا ومعناه الشق أو التشريح باعتباره أسلوب من أساليب دراسة الأجسام الحية.

فلا يمكن فهم التغيرات التي تحدث في مختلف الأعضاء وفي الجسم كله أثناء استجابة وتكيف جسم اللاعب للتمارين والأحمال التدريبية المختلفة التي يتعرض لها اللاعب خلال الوحدة التدريبية أو المناهج التدريبية ما لم يتم من معرفة تشريح جسم الإنسان السليم ومقارنتها مع جسم اللاعب وبالتالي تكون معرفة علم التشريح ضرورية للحصول على معلومات مفيدة سواء في العملية التعليمية أو التدريبية أو التأهيلية. فعلم التشريح يساعد اللاعب والمدرب والمعالج على حدٍ سواء من تكوين التفكير الإبداعي والتطلع العلمي في المجالات المختلفة وجعلها عملية مبنية على أسس علمية متينة بعيدة عن الاجتهاد الشخصي والعمل العشوائي.

إنّ المعرفة المسبقة العامة بالأسس التشريحية تمكن العاملين في المدارس الكروية من معرفة الوضع العضلي والمفصلي الصحيح الذي يساعد على سهولة الأداء الحركي المثالي، كما إنّ هذه المعرفة العامة تّمكن من تفهم نقاط القوة والضعف عند اللاعب مما يساعد في العمل على معالجتها أو تطويرها.

يرتبط علم التشريح ببقية العلوم المهمة بالتربية الرياضية ارتباطاً وثيقاً ويُعَد هذا العلم القاعدة الأساسية والعريضة لفهم بقية العلوم الخاصة بالتربية الرياضية وخاصة علم الميكانيكا الحيوية، الذي يعد من العلوم المتداخلة معه أو اللغة المشتركة لفهم حركة

اللاعب. والتشريح هو الشرط الأساس والمسبق للعاملين بمجال الميكانيكا الحيوية, فلكي يفهم المدرب بأن جسم اللاعب يُعَد كأي آلة ميكانيكية تقوم بالحركة حسب القوانين الميكانيكية لابد له من التعرف على المفاهيم التشريحية لأجسام اللاعبين, ففهم ومعرفة منشأ ومدغم العضلة يساعد من معرفة مصدر القوة والمقاومة إضافة إلى ذلك فإن المعلومات الخاصة بالعظام والمفاصل والعضلات تساعدنا من فهم العتلات (الروافع) وتحديد نوعها وفوائدها فمعرفة الوضع التشريحي للعضلة واتجاه عملها يمدنا بمعلومات عن كيفية حدوث الحركة، لذا يجب أن تقترن معرفة التشريح مع الميكانيكا الحيوية لتحديد الأسباب العضلية بدقة أو "كيف" يتم إنشاء حركة اللاعب.

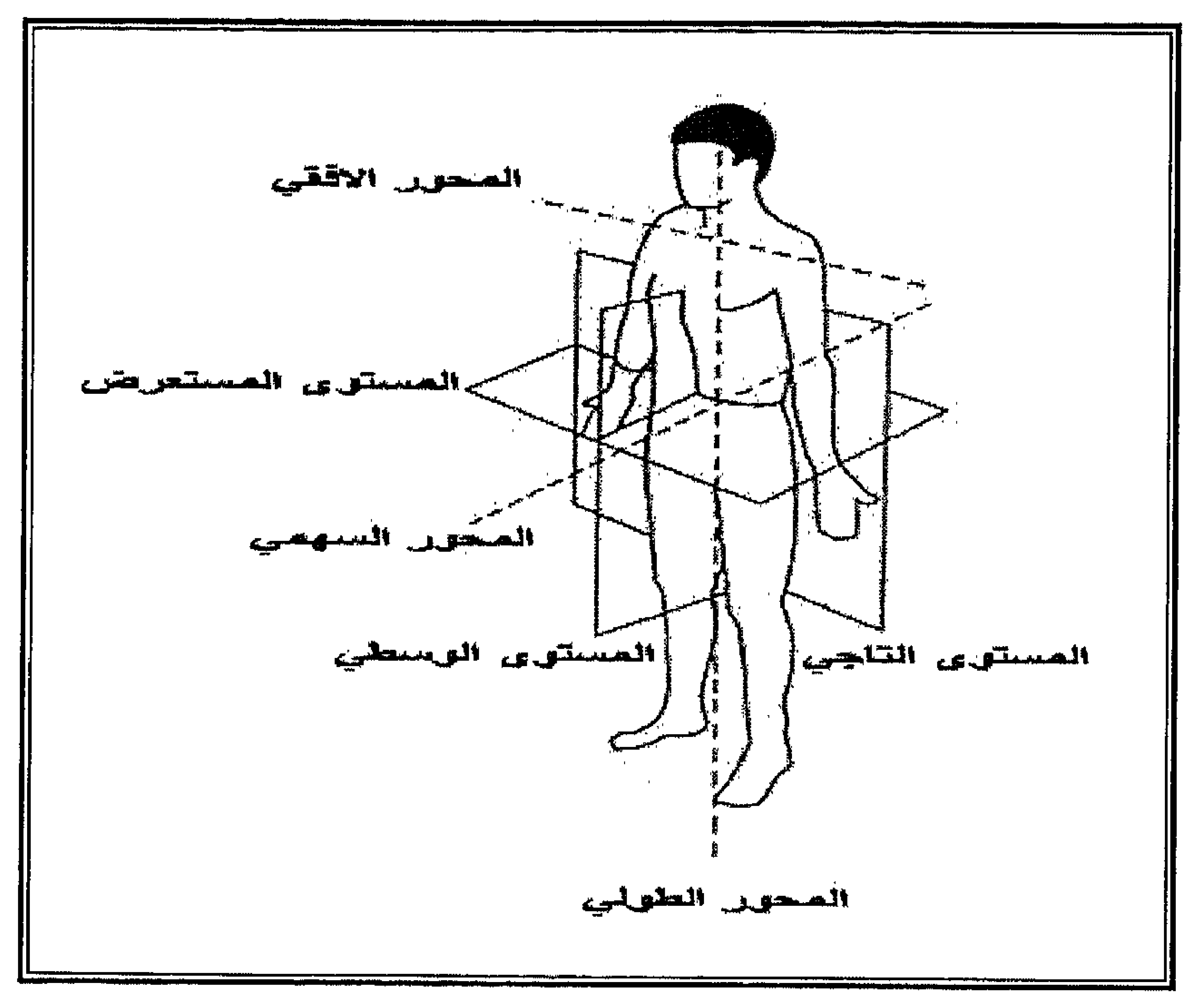
فمثلاً طول الرجل الراكلة نسبياً تؤدي إلى تحقيق مميزات بيوميكانيكية في مهارات الركل بكرة القدم حيث أنّ الروافع الأطوال تتيح مجالاً حركياً أكبر أو مدى حركياً أكبر فاللاعب ذو الأرجل الأطول بحال ثبات العوامل الأخرى يتميز عن غيره بتحقيق سرعة محيطية عالية بسبب طول نصف قطر الدوران مما تتيح للوصول إلى سرعة عالية للكرة.

المستويات والمحاور(Axes & planes):

تستعمل في التشريح اصطلاحات تبين مواضع مختلف أقسام الجسم وأعضائه والعلاقة بينهما عندما يكون الجسم في الوضع التشريحي الذي هو الوضع الذي يكون فيه الجسم منتصباً والوجه وراحة اليد للأمام، شكل (1).

يمتاز جسم الإنسان بوجود تقوسات أو طيات وبروزات على سطح الجسم ولغرض تحديد موضعها يقسم الجسم إلى مستويين عموديين وثالث أفقي وهذه المستويات هي:

1. المستوى الوسطي (**Median plane**): الذي يقسم الجسم إلى قسمين متناظرين أيمن وأيسر والذي يمر بمنتصف الأنف ومنتصف الذقن ومنتصف الصدر والسرة وعظم العانة. الأعضاء القريبة من المستوى الوسطي تسمى بالإنسي. أما الأعضاء البعيدة عنه فتسمى بالوحشي.
2. المستوى التاجي (**Coronal plane**): وهو المستوى الذي يقسم الجسم من الأعلى إلى الأسفل بزاوية قائمة مع المستوى الوسطي ومن جهة إلى جهة الأخرى من الجسم يكون عمودياً على المستوى الوسطي. الأعضاء التي تقع أمام المستوى التاجي تسمى بالأمامية. والأعضاء التي تقع خلف المستوى التاجي تسمى بالخلفية.
3. المستوى المستعرض (**Transverse plane**): وهو المستوى الأفقي الذي يقطع الجسم أو الطرف بأي مستوى بصورة موازية لسطح الأرض. الأعضاء القريبة من قمة الرأس تسمى بالعلوية. بينما التي تقع قريبة لأخمص القدم تسمى بالسفلية.



شكل1
يوضح محاور ومستويات الجسم.

أما بالنسبة للمحاور فلكل حركة يقوم بها اللاعب لابد وان تتم حول محور ما وتقع على مستوى، وان هذه المحاور والمستويات وهمية. وتعتبر مسألة دراستها ومعرفتها ضرورية في وصف الحركة وتحليلها موضوعياً، والمحاور في جسم اللاعب هي كما يلي:-

1. المحور الراسي أو الطولي **(Vertical or Longitudinal axis)**: وهو المحور الذي يتعامد عند سقوطه مع الأرض حيث يخترق هذا المحور جسم الإنسان من قمة الرأس إلى أسفل القدمين على الأرض والحركة الدورانية للجسم حول نفسه تقع على هذا المحور.
2. المحور الجانبي **(Lateral axis)**: وهو المحور الذي يمر على الجسم بشكل أفقي من جانب إلى جانب والرمية الجانبية أو ركل الكرة تعتبر حركة من الحركات التي تتم حول هذا المحور.
3. المحور السهمي **(Sagittal axis)**: وهو المحور الذي يمر على الجسم بشكل أفقي من الأمام إلى الخلف ورمي حارس المرمى بجسمه نحو إحدى زوايا الهدف مثال للحركات التي تتم حول هذا المحور.

العظام (Bones):

إنّ العظام هي الجزء الصلب من جسم الإنسان وهي التي تعطي انتصاب القامة وهو الوضع الطبيعي للجسم كما إنّ قسماً من العظام يحمل ثقل الجسم كعظام الحوض والفخذ والظنبوب والعقب، وقسم منها يعمل كمحاور للحركات الدقيقة والسريعة كعظام اليد والرسغ، ومنها من يحفظ بداخله أعضاء حيوية من المؤثرات الخارجية بتكوينه صناديق محكمة الانغلاق كالجمجمة أو غير تامة الانغلاق كالقفص الصدري والحوض، وقسم من العظام يشترك في تحمل ثقل الجسم مع كونها محوراً للحركات المختلفة كالمشي كعظام الطرف السفلي.

تصنف العظام حسب الشكل والوظيفة إلى الأنواع التالية:-

1. العظام الطويلة:- كعظام الإطراف التي تكون عتلات تقوم عليها الحركات.
2. العظام القصيرة:- كعظام الرسغ والكاحل وهي عظام متينة وقوية.
3. العظام المسطحة:- كعظام القسم العلوي من الجمجمة والتي تحافظ على الأعضاء التي بداخلها وهي ذات حركة قليلة أو معدومة الحركة وكذلك تعتبر الأضلاع عظام مسطحة لكنها متحركة حيت تتحرك أثناء عملية التنفس.
4. العظام غير المنتظمة:- كعظام الفقرات وعظام الوجه الصغيرة ووظيفتها للحماية أو الإسناد وتعمل بعض أجزائها كعضلات للحركة.
5. العظام الهوائية(الجوفاء):- هي عظام تحوي بداخلها فجوات (فسيحات) هوائية متكونة من امتصاص العظم الأسفنجي تاركاً فسحة بين لوحي العظم الأصم في العظام المسطحة كعظم الجبهي.
6. العظام السمسمائية:- هي عبارة عن غضاريف في أصلها تصير عظاماً عند البلوغ. أكبر هذه العظام هو عظم الرضفة.

يتكون الهيكل العظمي في جسم الإنسان من حوالي مائتين وستة عظام مختلفة الأشكال والأحجام شكل (2)، وتتصل العظام بضعها مع بعض بواسطة العضلات والأربطة ومحافظ المفاصل مكونة مجتمعة الهيكل العظمي وهذا الهيكل

يقسم إلى قسمين هما :

أ- الهيكل المحوري: يتكون من عظام الجمجمة والقفص الصدري والعمود الفقري.

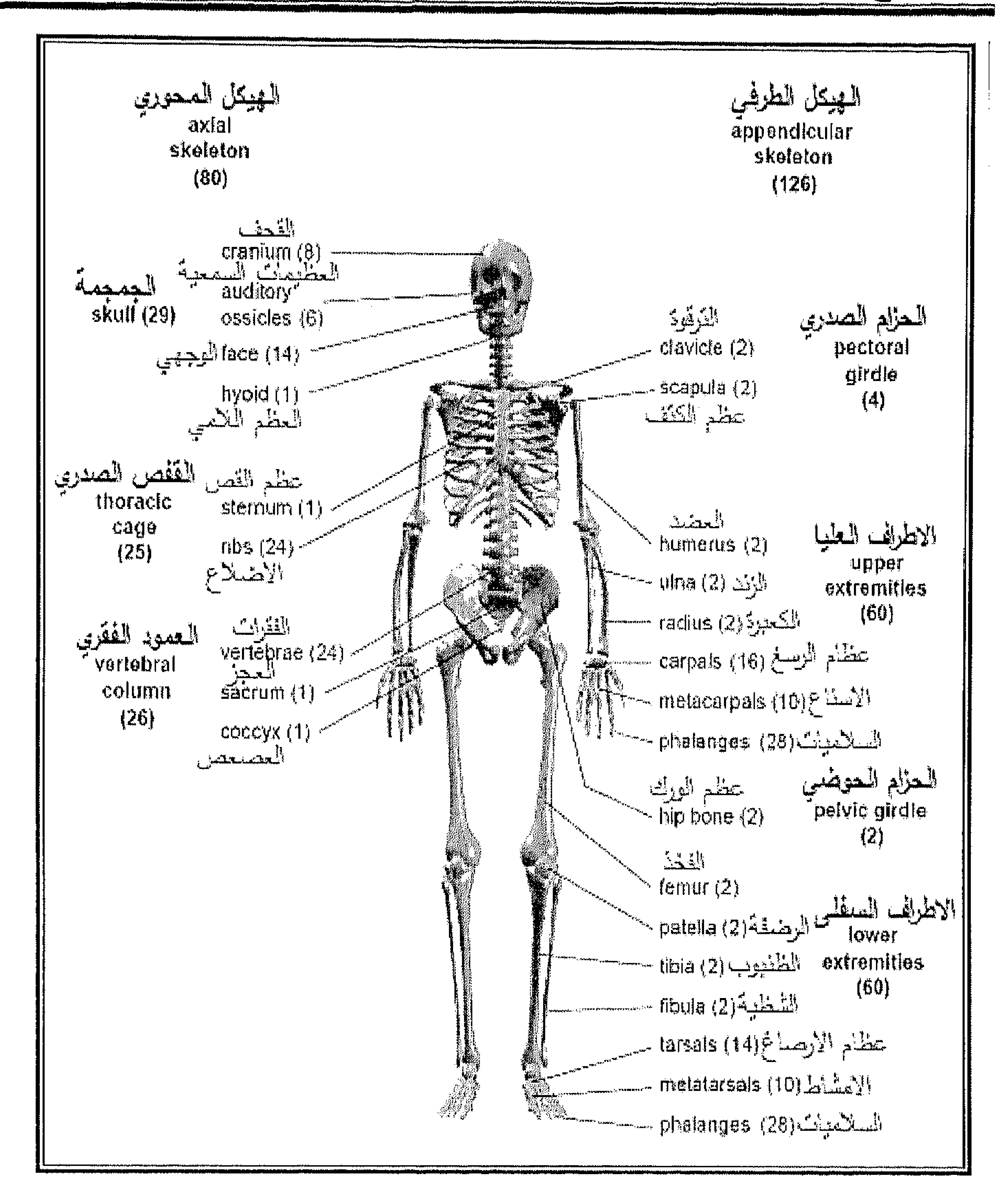
ب- الهيكل الطرفي: يتكون من:

أ. الحزام الصدري يتكون من الترقوة والكتف.

ب. الأطراف العليا تتكون من العضد وعظما الساعد (الزند والكعبرة) وعظام الرسغ والأسناع والسلاميات.

ج. الحزام الحوضي يتكون من عظم الورك.

د. الأطراف السفلى تتكون من الفخذ والرضفة وعظما الساق (الظنبوب والشظية) وعظام الارصاغ والأمشاط والسلاميات.



شكل2

يوضح الهيكل العظمي من الأمام.

المفاصل (Joints):

لكي تتمكن العظام من أداء دورها في حركات الجسم البشري اتصلت نهاياتها المتقاربة مع بعضها البعض وترابطت بشكل يسمح لها بالحركة وهذا الترابط يسمى بالمفصل. والمفاصل عبارة عن ارتباط أو ارتكاز عظمتين أو أكثر، كما يمكن أن يكون هذا الارتباط بين غضروفين أو أكثر. ولما كانت العظام مختلفة من حيث حجمها وشكلها فإنها تؤثر على حركتها المفصلية، فنجد بعض المفاصل التي تتحرك بحرية وذات مدى كبير أو قليل والبعض الآخر لا يسمح بالحركة على الإطلاق.

تصنف المفاصل من الناحية التشريحية إلى ثلاثة أنواع وكل نوع له نمط حركي مميز له وهي:-

1. مفاصل ليفية كالجمجمة والتمفصل بين النهاية السفلى لعظمي الظنبوب والشظية وجذور الأسنان.
2. مفاصل غضروفية كأرتباط الأضلاع بعظم القص والمفاصل ما بين الفقرات ومفصل العانة.
3. مفاصل زلالية كمفصل الكتف والمرفق والفخذ والركبة.

أما تصنيفها وفقاً للحركات التي يسمح بها تركيبها وهى:-

1. مفصل عديم الحركة ومن أمثلتها المفاصل الليفية.
2. مفصل قليل الحركة ومن أمثلتها المفاصل الغضروفية.
3. مفصل حر الحركة ومن أمثلتها المفاصل الزلالية.

1. المفاصل الليفية (Fibrous joints):

هذه المفاصل معدومة الحركة حيث ترتبط نهايات العظام بنسيج ليفي كثيف وقسم من هذه المفاصل تصبح عظاماً بتقدم العمر، ويسمى هذا النوع من التمفصل بالدرز.

2. المفاصل الغضروفية (Cartilaginous Joints):

يعتبر هذا النوع من المفاصل قليل الحركة حيث ترتبط نهايات العظام بعضها مع البعض بقطع أو أقراص من الغضاريف الليفية تقوى بحزم من النسيج الليفي بشكل أربطة.

3. المفاصل الزليلية (Synovial Joints):

إنّ هذا النوع من المفاصل يعتبر من أكثر أنواع المفاصل حركة ويختلف عن بقية الأنواع المختلفة. وتغطي هذه المفاصل قسماً كبيراً من مفاصل الجسم.

إنّ السطح المفصلي للمفاصل الزليلية مغطى بغضروفة زجاجية ومحاطة بمحفظة من النسيج الليفي وتحاط المحفظة بأربطة لكي تساعد على تقوية المفصل وثباته. ويبطن المحفظة من الداخل وفي الأجزاء غير المتفصلة من العظام غشاء زليلي غني بالأوعية الدموية وقد يكون هذا الغشاء كيساً يحتوي على قليل من السائل الزليلي حيث يوجد في المناطق المعرضة للاحتكاك أو الضغط ما بين الجلد والعظم كالكيس الموجود فوق النتوء المرفقي في مفصل المرفق أو ما بين الوتر والعظم كالكيس الموجود ما بين عظم العقب ووتر العقب. إنّ النسيج الزليلي يعمل على تشحيم نهايات العظام المتمفصلة بسبب احتكاكها المتواصل ويغذي العظم والغضروف بالدم.

كما أن هناك بعض الأقراص الغضروفية في بعض المفاصل كالتي تكون موجودة في مفصل الركبة والتي تسمى بالغضاريف الهلالية. إنّ هذه الغضاريف الهلالية الموجودة ما بين عظم الظنبوب ولقمتي عظم الفخذ تلعب دوراً كبيراً في المحافظة على مفصل الركبة من الإصابات وذلك لقدرتها على امتصاص الصدمات من جراء حمل وزن الجسم وخاصة عند لاعبي كرة القدم، كما وينشر السائل الزليلي داخل المفصل. وغالباً ما تزاح هذه الغضاريف عن محلها من جراء التواء مفصل الركبة عند تنفيذ الحركات السريع والمفاجئ وخاصة لاعبي كرة القدم.

والجـدول (1) يـبين تصـنيف المفاصـل الزليليـة تبعـاً لشـكل السـطوح المفصـلية للعظام المقابلة والتي تحدد درجة الحركة فيها.

جدول1
يبين تصنيف المفاصل الزليلية.

نوع المفصل	حركة المفصل	مثال	التركيب
الرزية Hinge	ثني ومد	المرفق والركبة	
المحورية Pivot	دوران	أعلى الرقبة (بين فقرة الأطلس ونتوء فقرة المحور)	
الكرة والحق Ball and Socket	ثني ومد، تبعيد وتقريب، دوران داخلي وخارجي.	الكتف والفخذ	
السرجية Saddle	ثني ومد، تبعيد وتقريب، والدائرية	الرسغي السنغي للإبهام	
لقمي Condyloid	ثني ومد، تبعيد وتقريب، والدائرية	مفصل الرسغ	
انزلاقي Gliding	حركة انزلاقية	المفاصل بين عظام الرسغ	

تعريفات تشريحية:

النسيج الليفي الأبيض (White Fibrous Tissue):- هو نوع من أنواع النسيج الضام متكون من تجمع حزم ليفية بيضاء لماعة مع خلايا قليلة تسمى بأرومة الليفية.

الغضاريف (Cartilages):- هي تركيب نسيجي مطاطي متين خالي من الأوعية الدموية ماعدا محيطها وفي الأصل إنّ الهيكل العظمي للجنين يتكون من غضاريف تتحول فيما بعد إلى عظام ماعدا بعضها لا يتحول مثل الأذن والأنف والحنجرة والغضاريف الضلعية والغضاريف الموجودة في المفاصل.

للغضاريف خاصيتان لا توجد في بقية أنسجة الجسم أولهما أن بعضها يتصلب ويتحول إلى عظام وثانيهما أنها تحافظ على مرونتها بدرجة معينة في البعض الآخر.

اللفافة (Fascia):- وهي نوعان:-

1. اللفافة السطحية:- تتكون من شبكة ليفية دهنية تصل الأدمة باللفافة العميقة تكون كثيفة في بعض المناطق كراحة اليد وأسفل القدم أما في الأماكن الأخرى فتكون فضفاضة لتسمح بحركة الجلد. من وظائف هذه اللفافة:-
   أ. إعطاء قوام الجسم شكلاً لطيفاً.
   ب. المحافظة على درجة حرارته.
   ج. تعمل كوسادة تقلل من الصدمات الخارجية.
2. اللفافة العميقة:- وهي نسيج ليفي كثيف يحيط بالعضلات ويربط الألياف العضلية ببعضها ويحميها، كما يفصل العضلات المتجاورة عن بعضها مكوناً إغماداً ليفية تتحرك العضلات بداخلها.

الرباط (Ligament):- نسيج ليفي قوي فاقد المطاطية متكون من ألياف كثيفة متماسكة كثيرة العدد ومتوازية يربط العظام مع بعضها البعض يسمى برباط المفصل.

محفظة المفصل (Capsule of Joint):- هو نسيج على شكل غلاف يحيط بالمفصل من الخارج. يقوم هذا الغلاف مع الأربطة بتثبيت المفاصل وتحديد درجة الحركة في المفصل.

الوتر (The Tendon):- عبارة عن مجموعة من حزم النسيج الليفي الأبيض الذي يربط الألياف العضلية باتصالاتها العظمية. وأن الوتر إما إنّ يكون مدور كما في وتر العضلة ذات الرأسين العضدية، أو مسطح كما في العضلة البطنية المائلة الخارجية. إنّ الوتر لا يلتصق مباشرة بالنسيج العظمي ولكنه يتصل بطبقة قوية من النسيج الليفي الأبيض يحيط بالعظم من الخارج كغمد يسمى السمحاق وهذا السمحاق يتكون من طبقتين احدهما خارجية وأخرى داخلية والسمحاق يلتحم التحاماً شديداً بالسطح العظمي الذي تحته ويتصل الوتر بالطبقة الخارجية للسمحاق.

الحركات التي تقوم بها المفاصل:

العضلات ضرورية للوظائف المطلوبة في المجال الحركي وفوق ذلك فإن العضلة أو المجاميع العضلية هي التي تقوم بتحريك العظام باتجاه بعضها البعض وحول المفاصل. لذا فإن الجهاز الحركي هو المعني بشؤون حركة أجزاء الجسم بمختلف أنواعه، إنّ جسم الإنسان يحكمه تكوينه وتركيبه من الناحية التشريحية، لذا نجد أن دراسة الحركات لكل مفصل طبقاً لطبيعته من الأمور المهمة الواجب فهمها فهماً عميقاً. فمعرفة المدى الحركي للمفاصل وأنواعها وحركاتها ضروري جداً مثل حركة الساق والقدم عند الثني أو المد في حركات ركل الكرة وتأثير الثني فيهما على حركات مفصل الفخذ كمحور للحركة يتميز بأنه من المفاصل ذات الثلاثة محاور، أي تسمح حركته بالثني والمد الزائد، فضلاً عن التبعيد والتقريب وحركات التدوير، وبناء على ذلك فإن المفاصل تقوم بمجموعة الحركات المختلفة والضرورية والتي منها:

- الثني (Flexion): هو عملية تقريب عظمين متمفصلين إلى بعضهما وهي تؤدي إلى صغر الزاوية بينهما.
- المد (Extension): عكس الثني وهو العملية التي تؤدي إلى أبعاد جزئي العظمين المتمفصلين عن بعضهما مما يسبب زيادة وكبر الزاوية بينهما.
- الأبعاد (Abduction): هي الحركة التي تتم في المستوى الجانبي والتي يبتعد فيها أي طرف من أطراف الجسم عن الخط الوسطي للجسم.
- التقريب (Adduction): عكس الأبعاد حيث يقترب أحد أطراف الجسم باتجاه الخط الوسطي للجسم.
- الرفع (Elevation): وهو رفع أجزاء الجسم إلى الأعلى.
- الخفض (Depression): وهو خفض أجزاء الجسم إلى الأسفل.
- الكب (Pronation): تدوير اليد والساعد من مفصل المرفق إلى الداخل وحول المحور الطولي للساعد بحيث تواجه باطن اليد الأرض أو يكون باطن اليد للخلف.
- البطح (Supination): تدوير اليد والساعد من مفصل المرفق إلى الخارج بحيث يواجه ظهر اليد الأرض أو يكون ظهر اليد للخلف.
- التدوير(Rotation): تدوير العظم للداخل أو الخارج وحول محوره الطولي.

- الحركة الدائرية (Circumduction): تجمع بين الثني والمد والتبعيد والتقريب ليتسنى للجزء المتحرك أن يتخذ شكل مخروطي، يكون الطرف البعيد دائرة كاملة أو قوس من دائرة أثناء حركته، تحدث في مفصلي الكتف والفخذ.
- ثني ظهري (Dorsiflexion): رفع القدم للأعلى أمام الساق والتي يتم تقليل الزاوية بين السطح العلوي لظهر القدم والساق بحيث تكون الأصابع اقرب ما يمكن إلى الساق.
- ثني أخمصي (Plantar flexion): خفض القدم للأسفل وهو عكس الثني الظهري.
- انقلاب القدم للداخل (Inversion): رفع القسم الداخلي للقدم للأعلى أي توجيه باطن القدم للداخل.
- انقلاب القدم للخارج (Eversion): رفع القسم الخارجي للأعلى وهو عكس انقلاب القدم للداخل.
- ثني زندي (Ulnar flexion): حركة ثني الرسغ إلى الأصبع الصغير ومنها تخفض الزاوية بين اليد والجانب الزندي البعيد للساعد.
- ثني كعبري (Radial deviation): حركة ثني الرسغ إلى الإبهام أو جانب العظم الكعبري.

حركة بعض مفاصل الجسم الرئيسة:

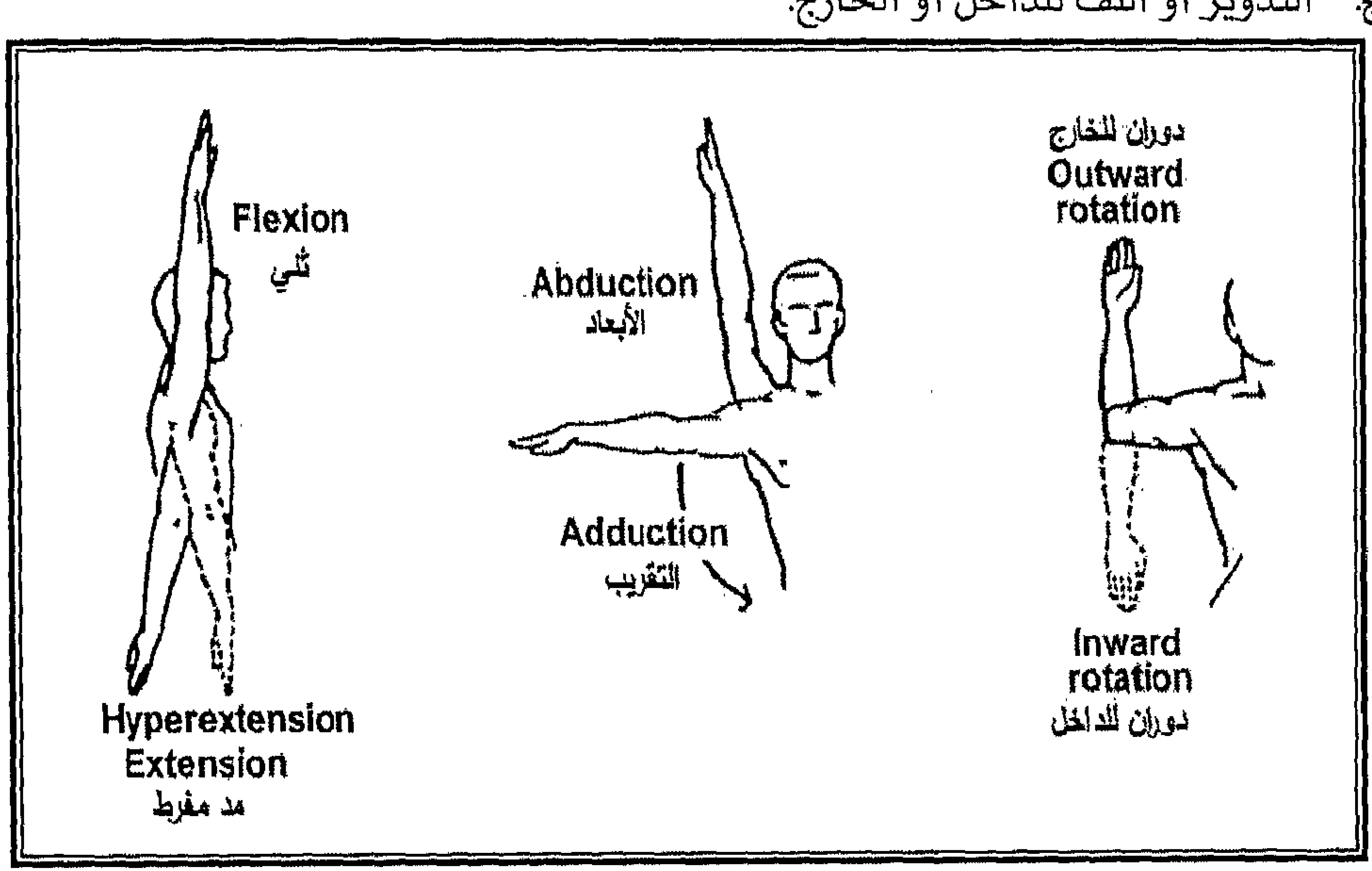
1. مفصل الكتف (Shoulder Joint):-

يقوم مفصل الكتف كما في الشكل (3) بالحركات التالية:

أ. الثني والمد.

ب. تقريب وتبعيد الذراع.

ج. التدوير أو اللف للداخل أو الخارج.



شكل3

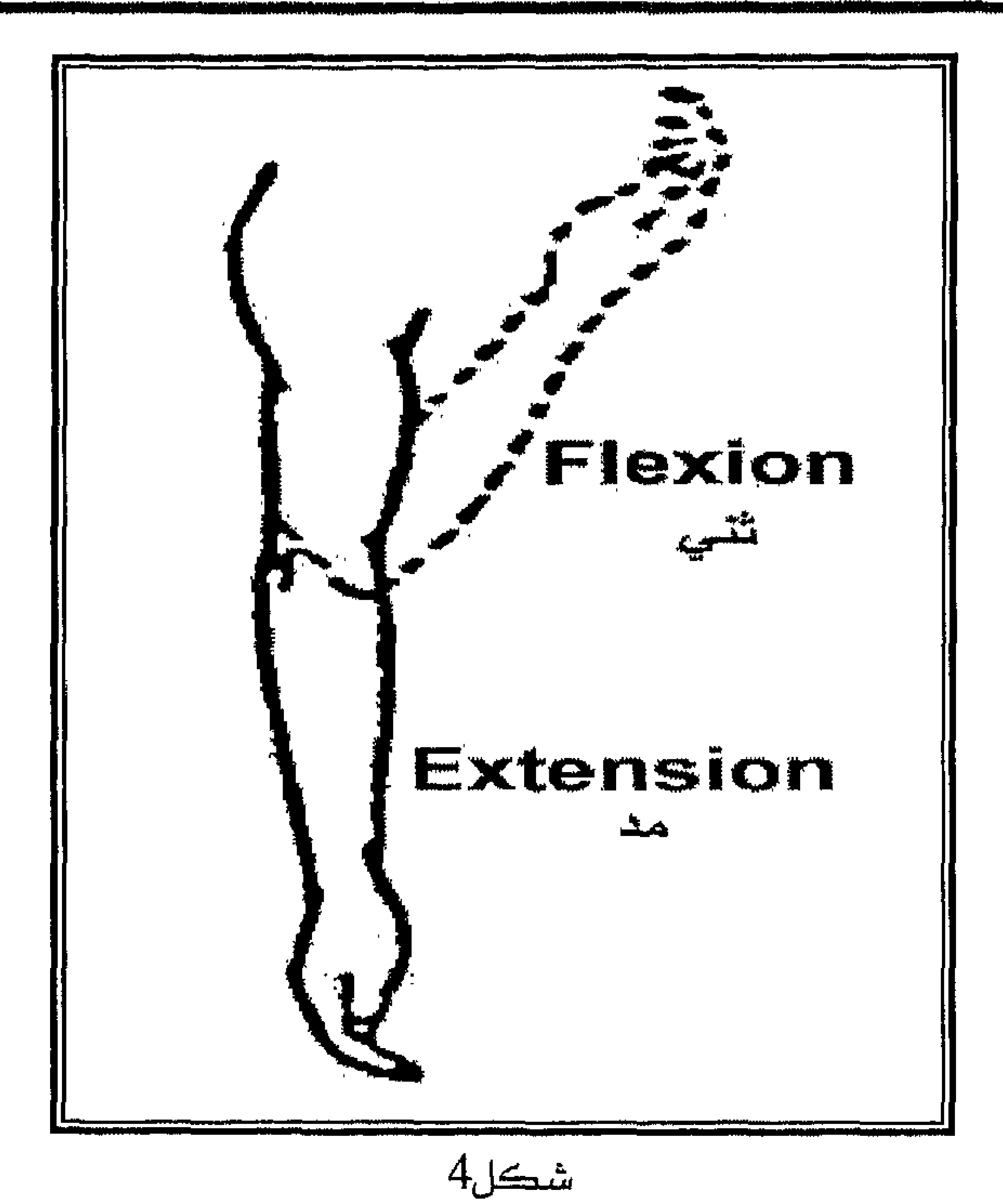
يوضح حركة مفصل الكتف.

2. مفصل المرفق (Elbow Joint):

يقوم مفصل المرفق كما في الشكل (4) بالحركات التالية:

أ. ثني الساعد على العضد.

ب. مد الساعد على العضد.



شكل4

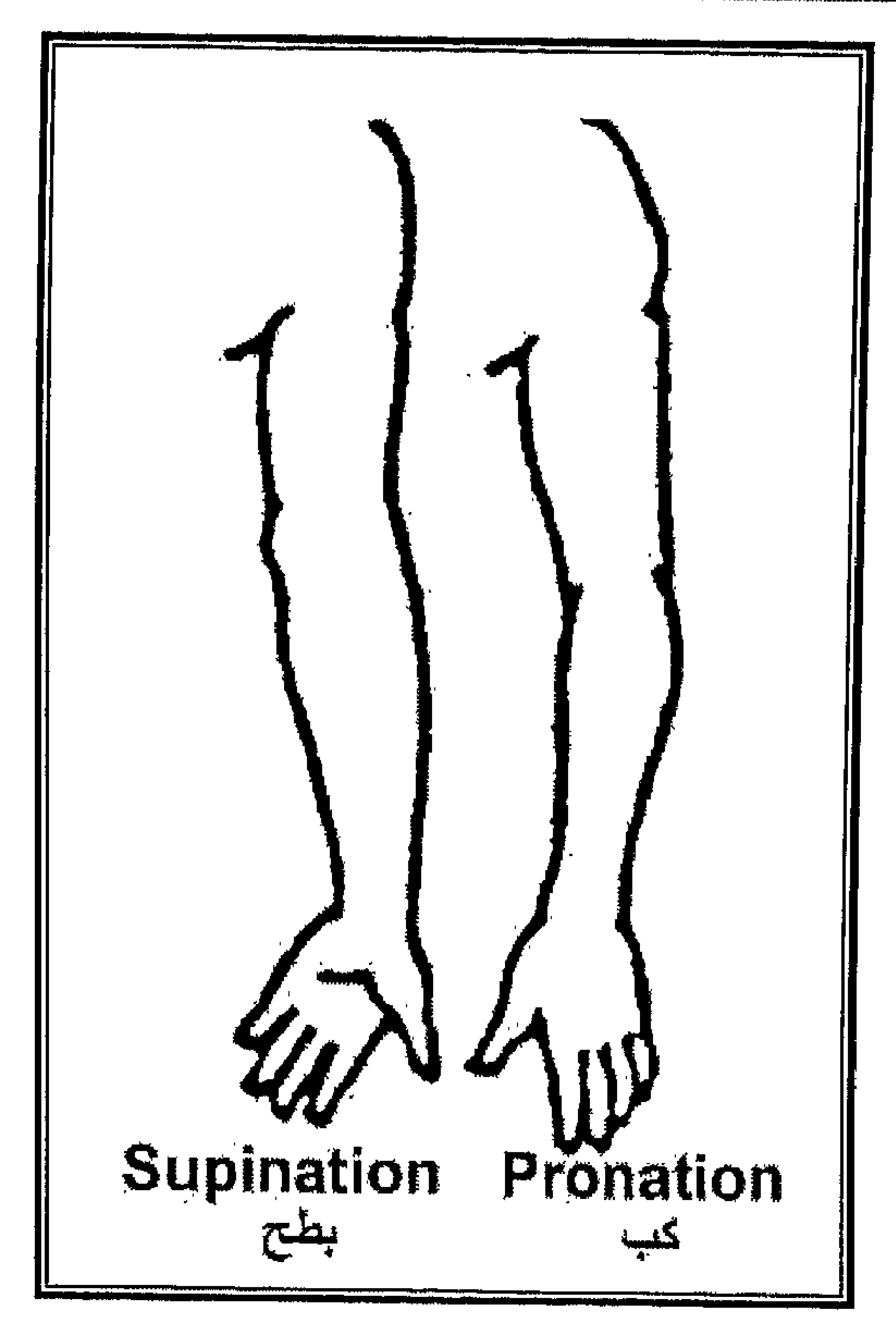
يوضح حركة مفصل المرفق.

3. المفصل الكعبري الزندي (Radioulnar Joint):

يقوم مفصل الساعد كما في الشكل (5) بالحركات التالية:

أ. كب الساعد.

ب. بطح الساعد.



شكل5

يوضح حركة المفصل الكعبري الزندي.

4. مفصل الرسغ (Wrist Joint):

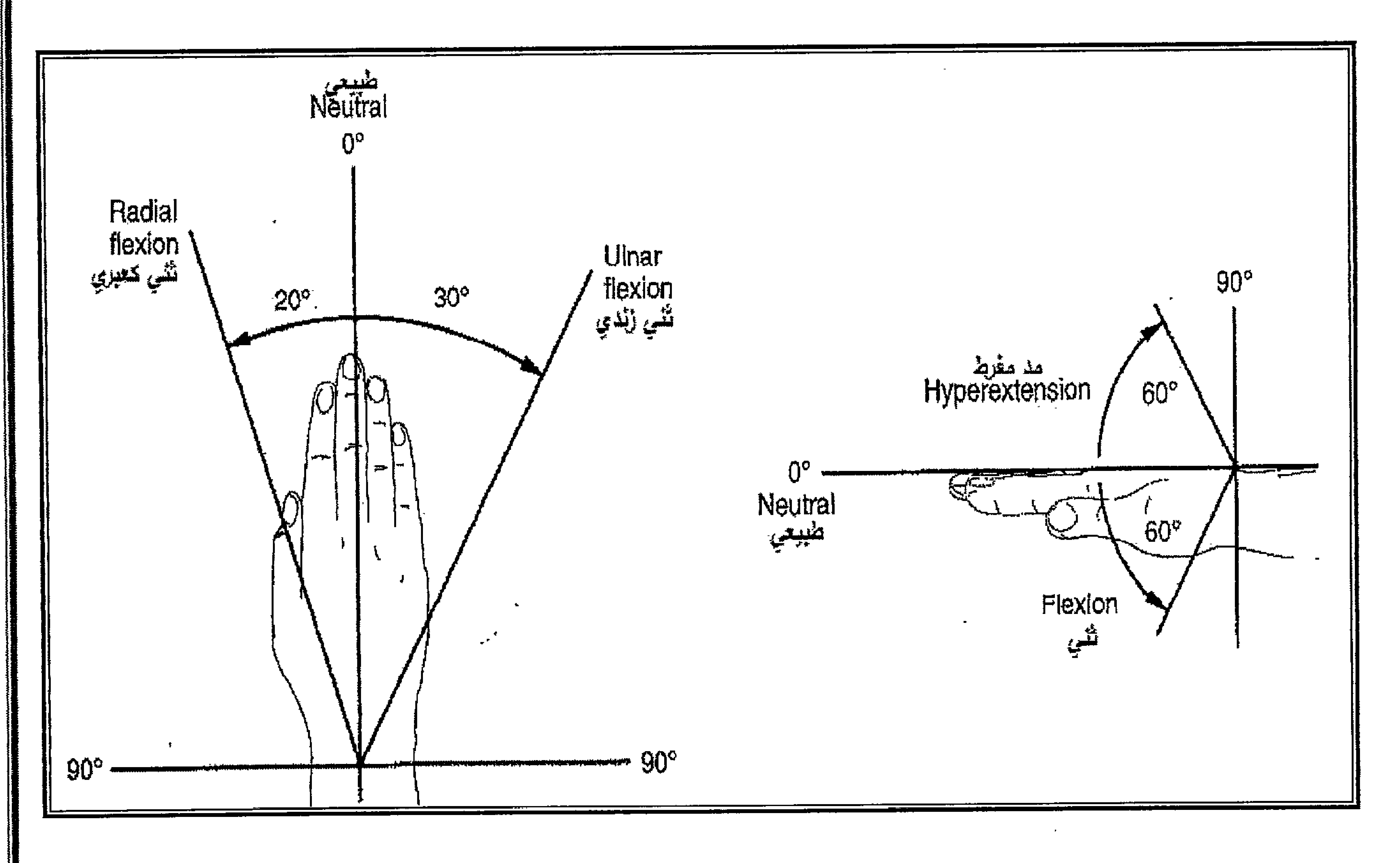
يقوم مفصل الرسغ كما في الشكل (6) بالحركات التالية:

أ. ثني الرسغ.

ب. مد الرسغ.

ج. ثني كعبري.

د. ثني زندي.



شكل6

يوضح حركة مفصل الرسغ.

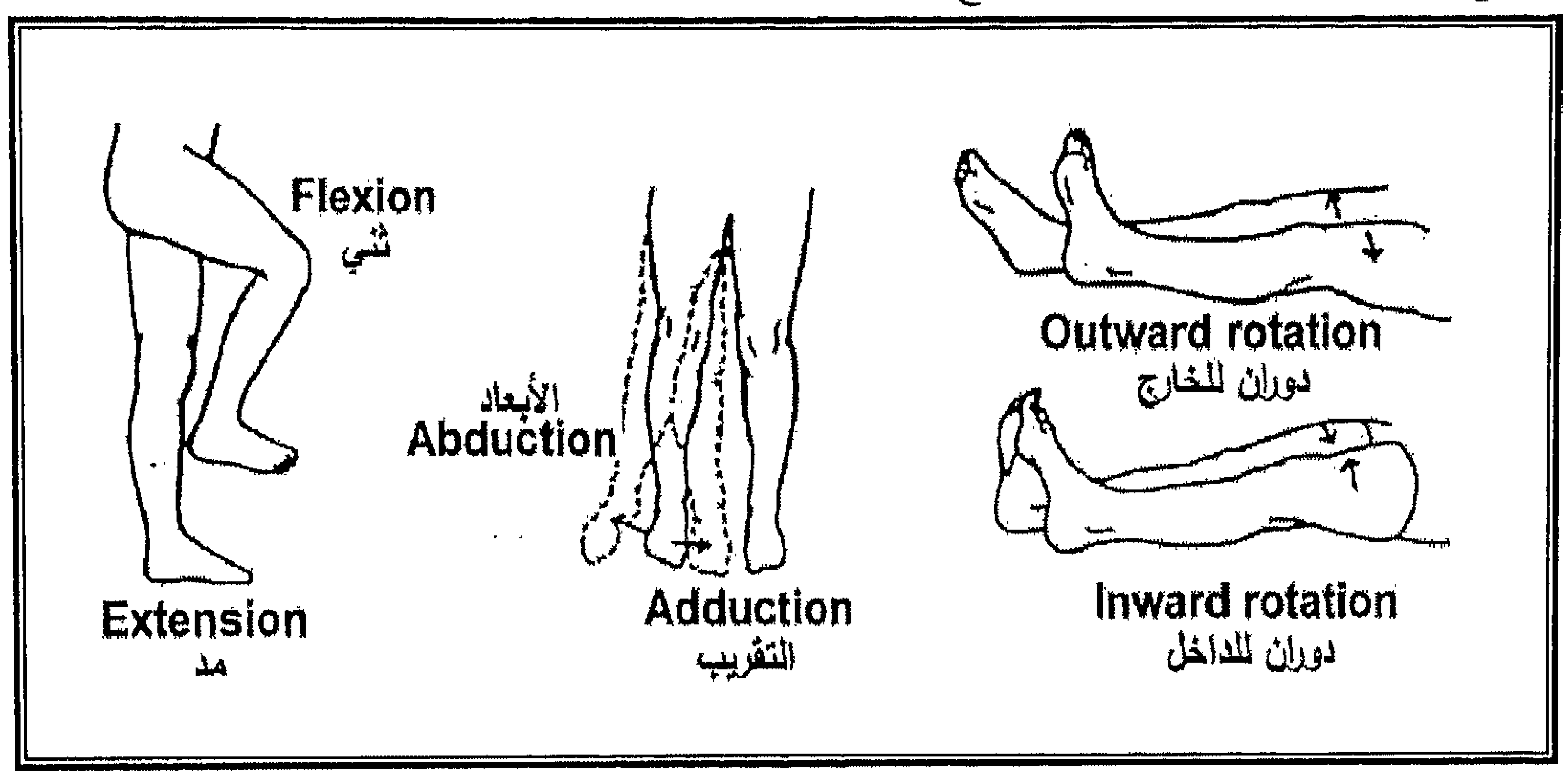
5. مفصل الورك (Hip Joint):

يقوم مفصل الفخذ كما في الشكل (7) بالحركات التالية:

أ. ثني ومد مفصل الفخذ

ب. تقريب وتبعيد عظم الفخذ بالنسبة للخط الوسطي للجسم.

ج. تدوير الفخذ للداخل والخارج.



شكل7

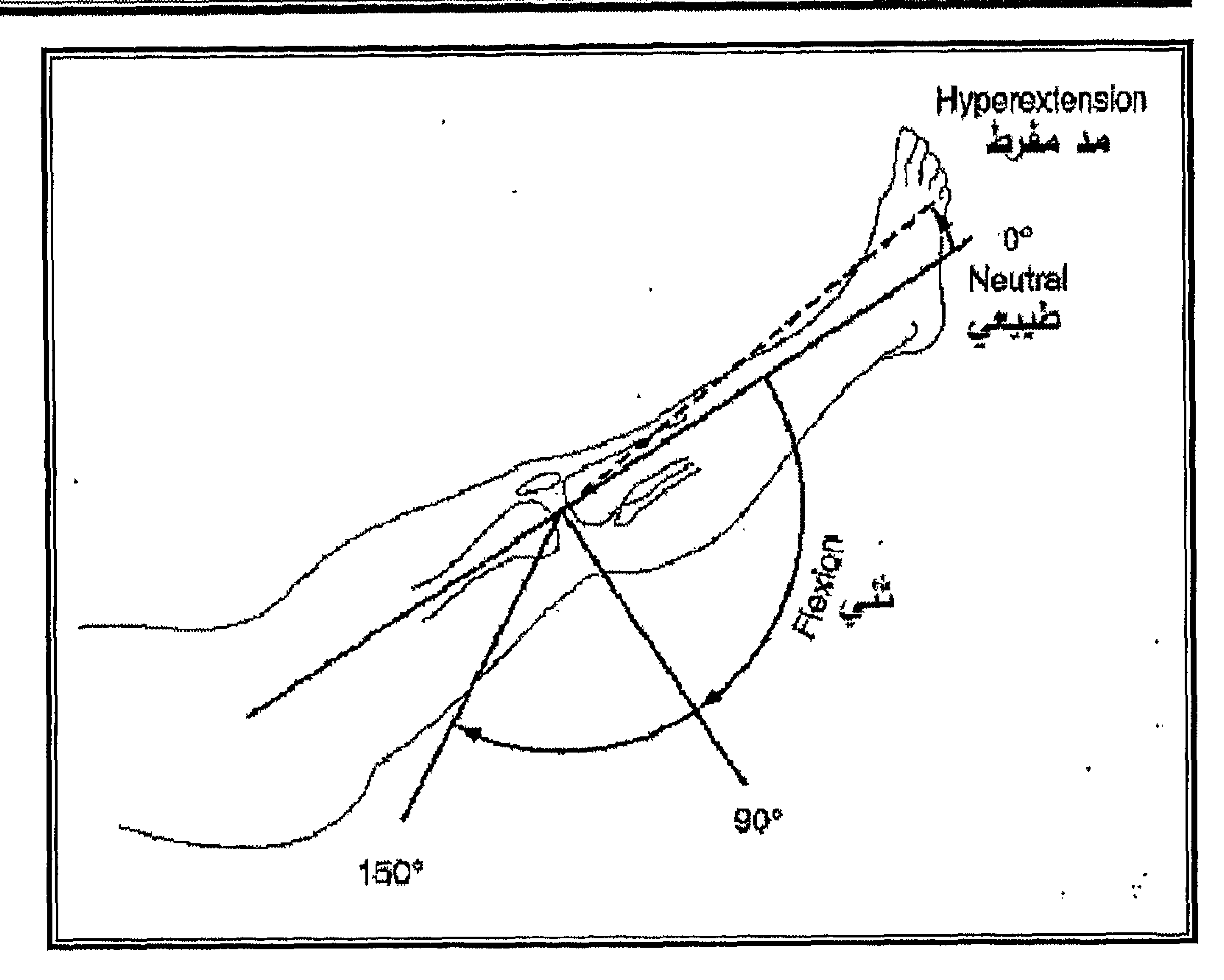
يوضح حركة مفصل الورك.

6. مفصل الركبة (Knee Joint):

يقوم مفصل الركبة كما في الشكل (8) بالحركات التالية:

أ. ثني الرجل.

ب. مد الرجل.



شكل8

يوضح حركة مفصل الركبة.

7. مفصل الكاحل والقدم (Ankle & Foot Joint):

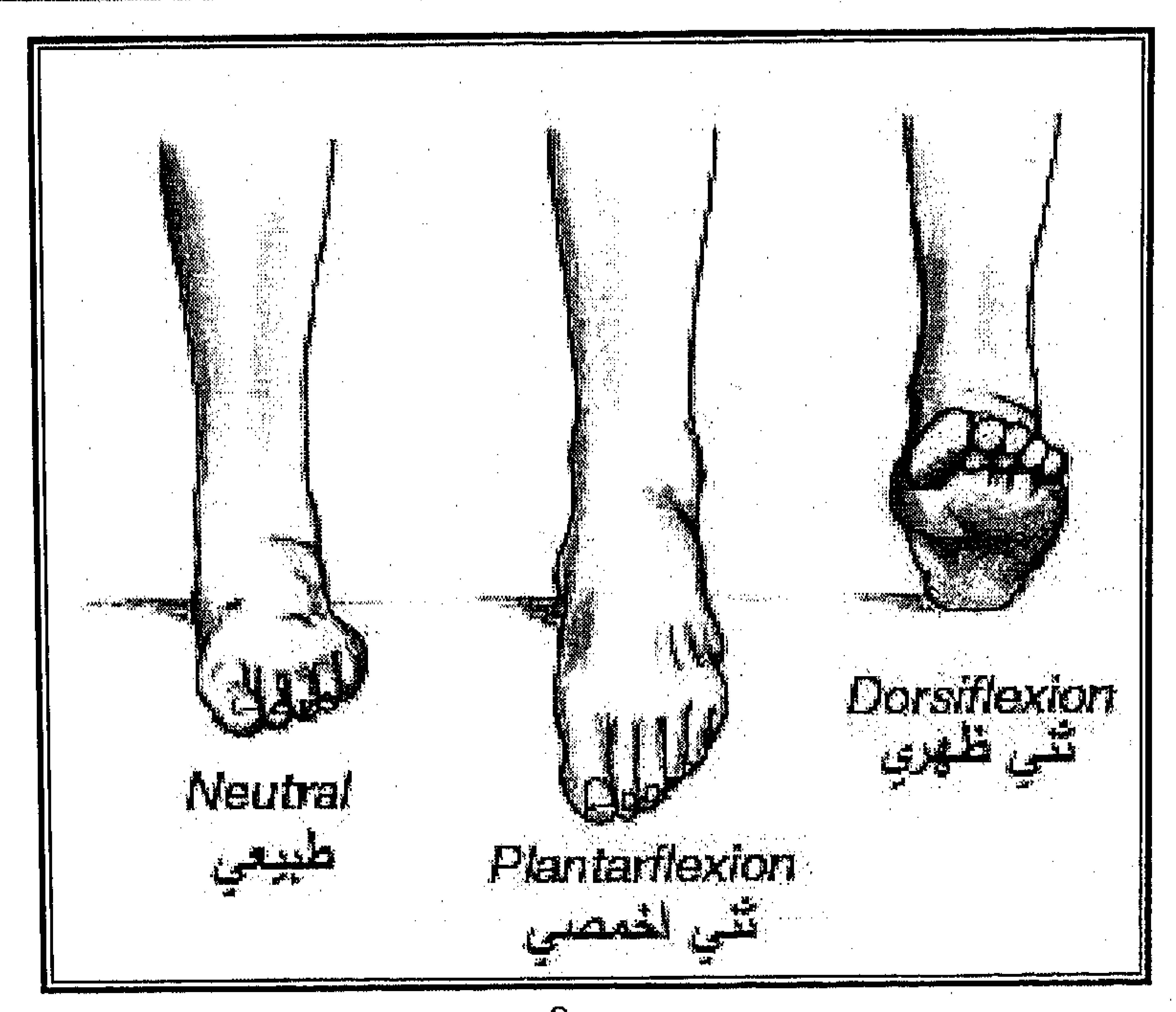
يقوم مفصل الكاحل كما في الشكلين (9) و (10) بالحركات التالية:

أ. ثني أخمصي.

ب. ثني ظهري.

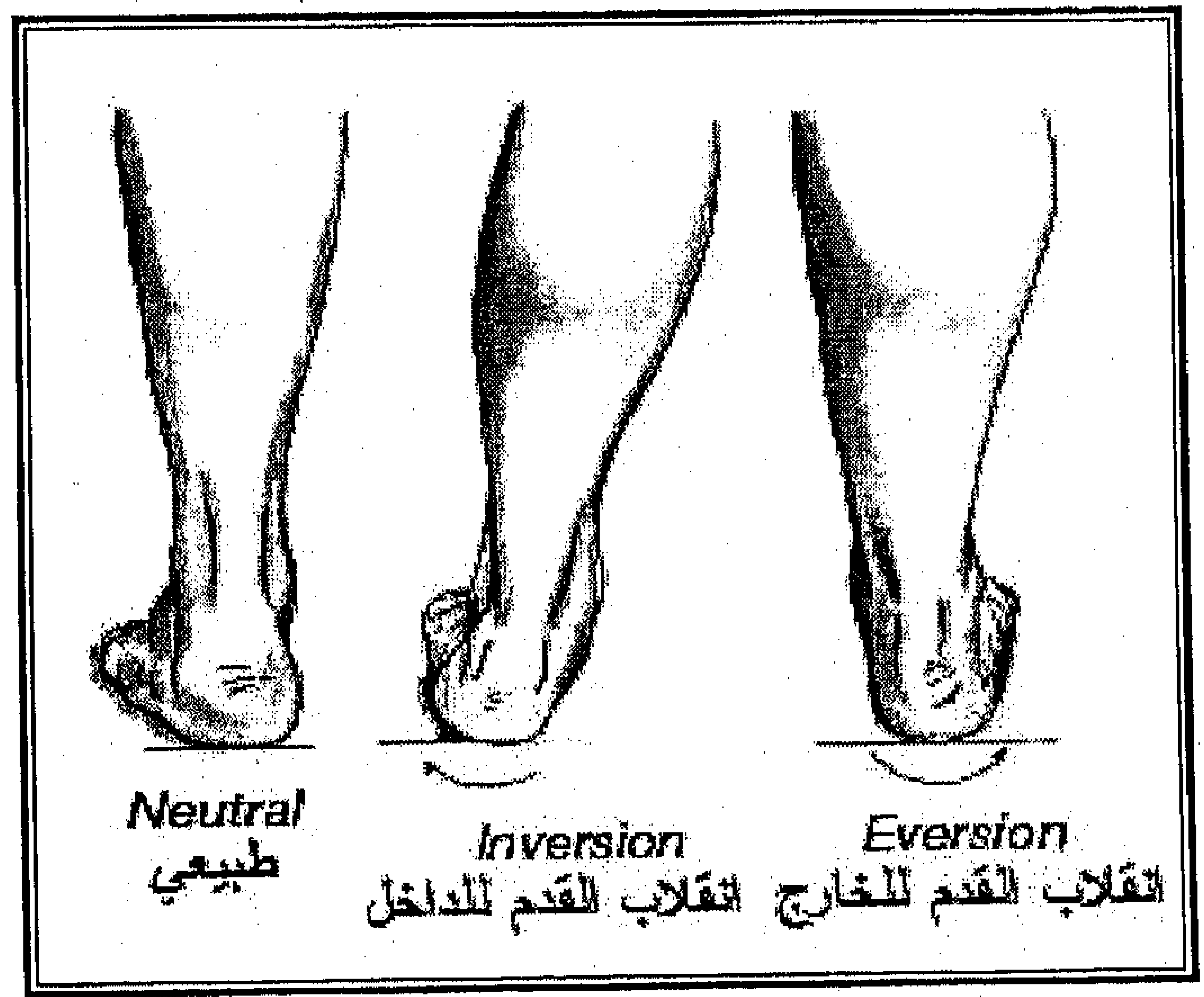
ج. انقلاب القدم للداخل.

د. انقلاب القدم للخارج.



شكل9

يوضح حركة مفصل الكاحل والقدم.



شكل10

يوضح حركة انقلاب القدم للداخل والخارج للكاحل الأيمن.

العضلات(Muscles):-

عضلات الظهر(Back muscles):

العضلة الناصبة (ناصبة الفقار) وهي مجموعة من العضلات التي تحيط بالعمود الفقري وتمتد من الرأس إلى العجز وهذه العضلات تعمل على مد وثني جانبي وتدوير الجذع والرقبة.

عضلات جدار البطن(Abdominal muscles):

العضلات البطنية (البطنية المائلة الخارجية والداخلية والعضلة البطنية المستعرضة والبطنية المستقيمة) تمتد من الأضلاع إلى الحوض. تعمل على الثني والثني الجانبي وتدوير الجذع مثال ثني الجذع من الرقود.

عضلات الوية (Gluteal muscles):

عضلات الالوية (الالوية العظمى والصغرى والوسطى) عملها تبعيد وتدوير جانبي لمفصل الورك، وأيضاً تعمل العضلة الالوية العظمى باسطة قوية للورك.

العضلات الأساسية المثنية للفخذ(The flexor muscles of the thigh):

من أهمها العضلة القطنية التي يوجد جزء منها في تجويف البطن والجزء الآخر في الطرف السفلى، تنشأ من النتوء المستعرض وجانب كل من الفقرة الصدرية الثانية عشرة وجميع الفقرات القطنية وتندغم في المدور الصغير (lesser trochanter) لعظم الفخذ من الجهة الخلفية. ومن العضلات المهمة الأخرى هي العضلة الحرقفية وتنشأ على السطح الأمامي الأنسي لعظم الحرقفة وتندغم مع العضلة القطنية (السابقة) في المدور الصغير لعظم الفخذ، عند تثبيت الأطراف السفلى تعمل هاتين العضلتين على ثني الجذع على الفخذ كما في تمرين أو اختبار ثني الجذع من الرقود.

عضلات الفخذ(thigh muscle):

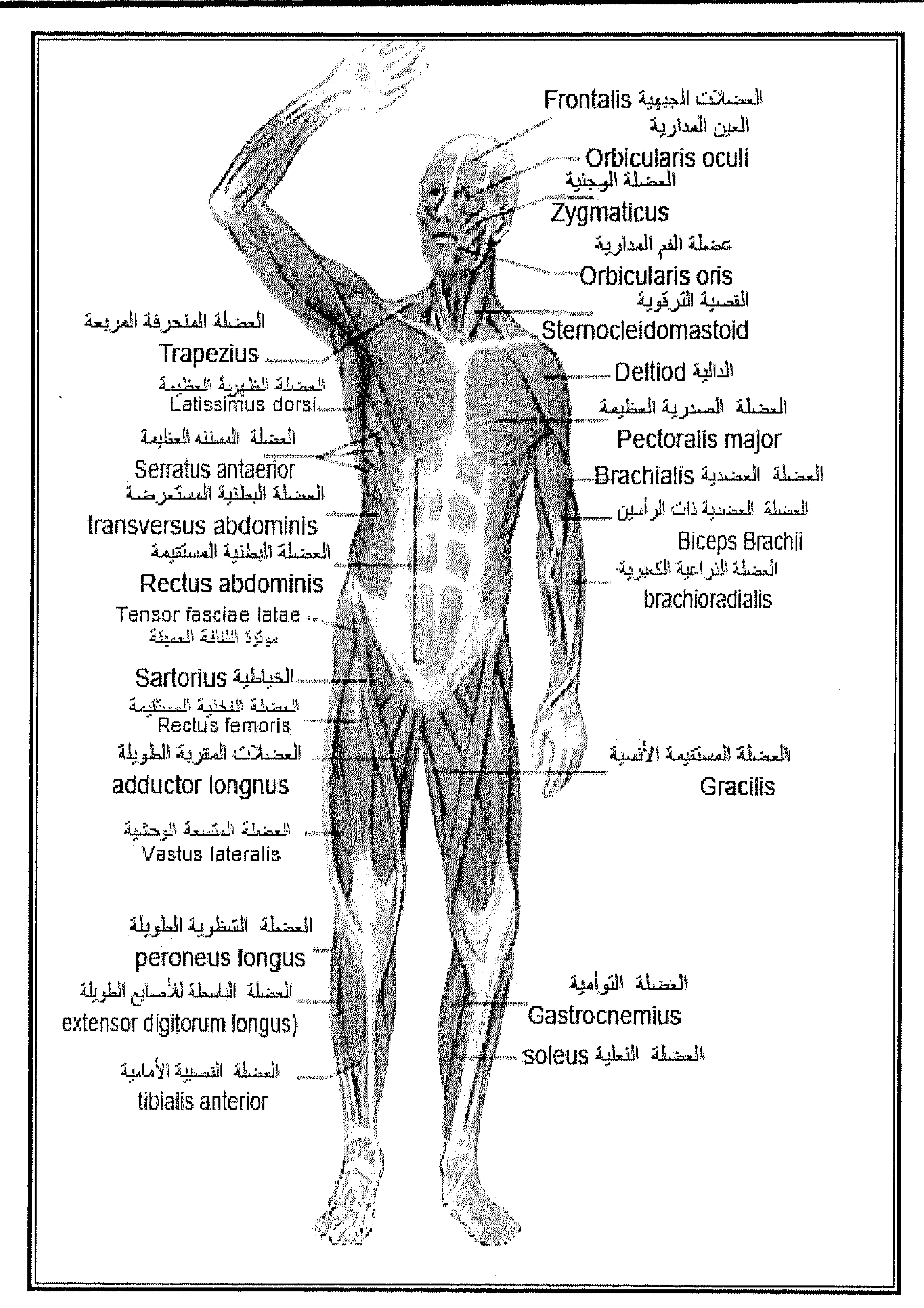
العضلة رباعية الرؤوس حيث تتكون من أربع عضلات (الفخذية المستقيمة، المتسعة الإنسية، المتسعة الوحشية، المتسعة الوسطية) تعمل على البسط القوي لمفصل الركبة. العضلة الفخذية المستقيمة تعمل أيضاً على ثني مفصل الورك.

أوتار المأبض (العضلة ذات الرأسين الفخذية، العضلة نصف الغشائية، العضلة نصف الوترية) تعمل على الثني القوي لمفصل الركبة وتعمل كذلك على بسط مفصل الورك.

المقرية (العضلات الأربية) هي مجموعة من خمسة عضلات تعمل على تقريب الفخذ. وبعض هذه العضلات تعمل أيضاً لتدوير الفخذ للداخل باتجاه الخط الوسطي للجسم. مثال عند الركض الجانبي وخاصة عند لاعبي كرة القدم وكذلك عند ركل الكرة بداخل القدم، هذه العضلات غالباً ما تكون مشدودة عند لاعبي كرة القدم، وبالتالي تكون أكثر عرضة لإصابة الشد لهذه العضلة والتي تعتبر من الإصابات الشائعة التي يتعرض لها لاعبو كرة القدم، وإذا لم يتم التعامل مع هذه الإصابة بشكل صحيح يمكن أن تسبب مشاكل تتكرر في المستقبل.

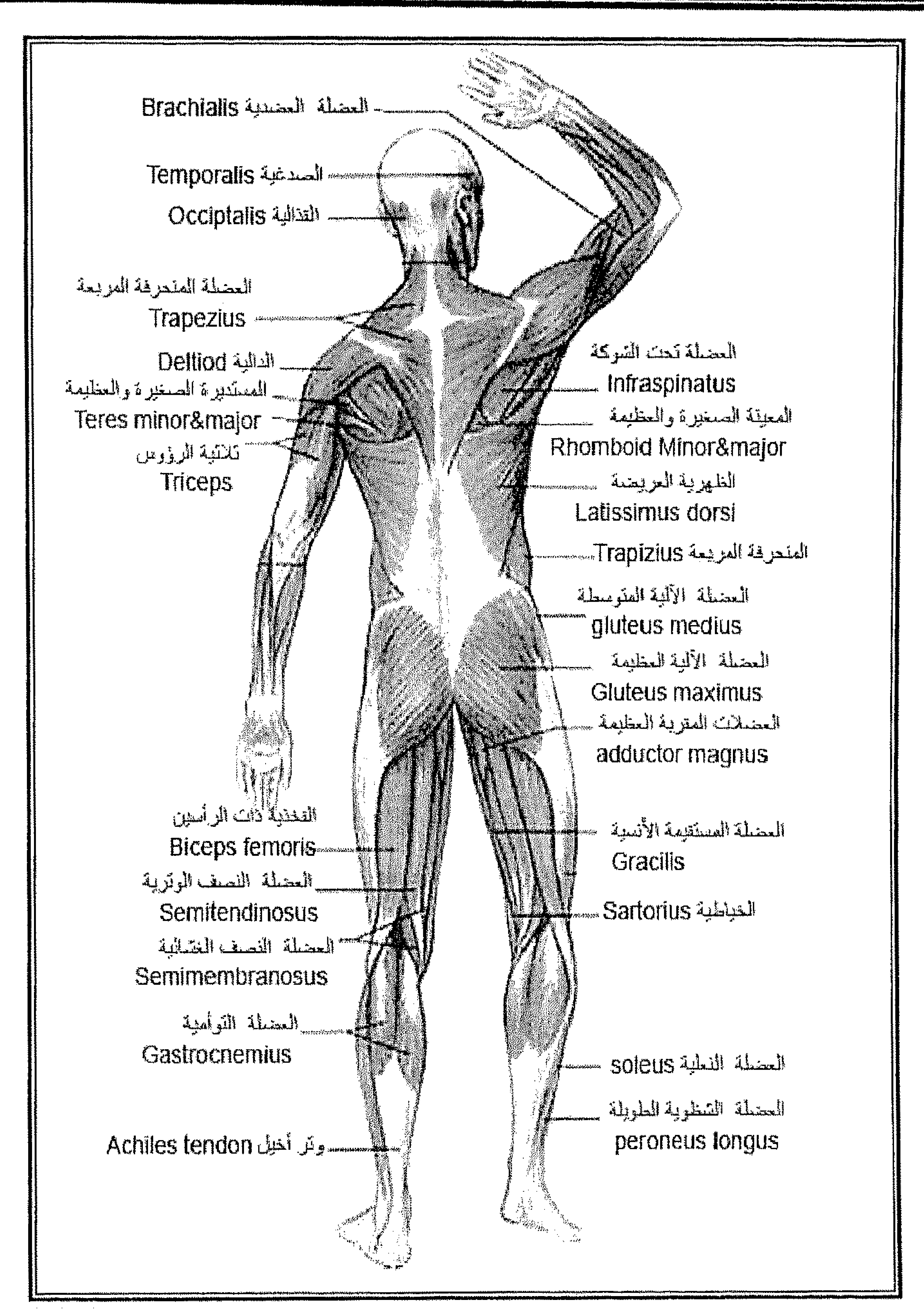
<u>عضلات أسفل الساق (The lower leg muscles):</u>

العضلة الظنبوبية الأمامية والعضلة باسطة الإبهام والأصابع الطويلة عملها هو رفع مشط القدم (dorsiflexion) وقلبه للجهة الأنسية (inversion) أما مجموعة العضلات الظنبوبية (العضلة التوأمية الساقية، العضلة الأخمصية، العضلة الظنبوبية الخلفية) فعملها هو خفض مشط القدم (plantar flexion). **الشظية** (الشظوية الطويلة والقصيرة والشظوية المثلثة) وهي مجموعة عضلات تعمل على قلب القدم للخارج (eversion) وخفض مشط القدم (plantar flexion) باستثناء العضلة الشظوية المثلثة التي تعمل على رفع مشط القدم (dorsiflexion).



شكل11

يوضح عضلات الجسم من الأمام.



شكل12

يوضح عضلات الجسم من الخلف.

وظائف العضلات أثناء أداء المهارات الأساسية بكرة القدم:

1. الجري:

يعتبر الجري جزء لا يتجزأ من مهارات كرة القدم الأساسية بدون كرة، وقد يقطع لاعب كرة القدم مسافة تقدر بحدود 10كم خلال مجريات اللعب. ويمكن تقسيم الجري إلى مرحلتين هما: المرجحة والارتكاز. تبدأ مرحلة الارتكاز من لحظة اتصال القدم بالأرض وتنتهي عند نقطة ترك القدم (إصبع القدم) اتصالها بالأرض، أما مرحلة المرجحة فتبدأ بعد ترك إصبع القدم الأرض وتنتهي بعد اتصال القدم المرجحة بالأرض.

عند خروج إصبع القدم للرجل المرجحة يؤدي هذا الوضع إلى بسط الورك والركبة وإنثناء أخمصي للكاحل، العضلات الالوية وأوتار المأبض تستمر بالعمل على تمديد الورك، وتعمل العضلة التوأمية الساقية على ثني أخمصي للكاحل لإعطاء دفعة جيدة. بالنسبة للعضلة القطنية والحرقفية فإنهما تعملان على ثني الورك، تقوم أوتار المأبض بثني الركبة وتعمل العضلة الظنبوبية الأمامية على رفع مشط القدم. أما الورك يواصل انثنائه وكذلك الكاحل يواصل رفع مشط القدم لجلب الساق إلى الأمام ويتقدم على ساق الارتكاز، وتمنع العضلات المقربة للفخذ من التأرجح للخارج. ثم تبدأ العضلة رباعية الرؤوس بعملها لمد الركبة استعداداً لضربة القدم. عندما تقوم القدم بالضرب فالورك يبدأ بالإنثناء مع إنثناء الركبة إنثناءاً طفيفاً وبشكل طبيعي يرفع الكاحل مشط القدم وينقلب قليلاً للداخل. عند هذه المرحلة يجب أن يتم السيطرة على وزن الجسم عند ضربه للأرض حيث تتقلص العضلات الالوية لتمديد الورك، وتتقبض كل من العضلة رباعية الرؤوس وأوتار المأبض لتحقيق الاستقرار وتثبيت مفصل الركبة، أما العضلات المقربة فتحقق الاستقرار وتثبت الورك.

وتعمل العضلة الظنبوبية الأمامية بشكل لا مركزي والعضلة التوأمية الساقية بشكل مركزي للسيطرة على القدم عند ضربها للأرض. زخم الجسم يحمل إلى الأمام فوق مفصل الكاحل والذي يعمل بمثابة الهزاز كما إنّ القدم تصبح مسطحة على

الأرض أي ارتكاز القدم ككل، لأن سرعة الجري تزداد باتخاذ خطوات أطول. هذه الحالة من مرحلة المرجحة تتضمن زيادة ثني الركبة وبسط الورك (الكعب تقريباً يلمس الأرداف) وفي الجزء الأخير من هذه المرحلة يزداد ثني الورك. عندما يجري اللاعب بالكرة يجب عليه الجري بخطوات اقصر مما في الجري بدون كرة لأن اللاعب يكون على استعداد لتغيير الاتجاه والسرعة، في مرحلة ترك إصبع القدم لا يتم مد الرجل وقد لا تكون ضربة الكعب واضحة، بدلاً من ذلك فالقدم قد تهبط بموقف أكثر حيادية أو تعمل على خفض مشط القدم. تلعب عضلات الذراعين والجذع دور مهم أثناء الجري، فإنها تعمل على المحافظة على التوازن وذلك لمواجهة دوران الجسم أثناء دوران الحوض.

2. ركل الكرة:

لمهارة الركل بكرة القدم أنواع متعددة ومختلفة فمنها ركل الكرة الثابتة والمتحركة والمتدحرجة والطائرة، ويستطيع اللاعبون الماهرون أداء أنواع مختلفة من الركل فضلاً عن قدرتهم على ركل الكرة وتوجيهها بشكل قوسي وخاصة أثناء تنفيذهم للضربات الحرة المباشرة التي تكون قريبة من قوس الجزاء والتي تعتبر من الركلات المعقدة ويجب التدريب المستمر لإتقانها، وتقسم مهارة الركل بصورة عامة إلى أربع مراحل: المرحلة الأولى هي مرحلة تمهيدية للفخذ والساق خلال مرحلة المرجحة الخلفية، المرحلة الثانية هي دوران الفخذ والساق للخارج وثني مفصل الورك، المرحلة الثالثة يكون هناك تباطؤ بالفخذ وتسارع بالساق أثناء المرجحة للأمام، أما المرحلة الرابعة والأخيرة هي متابعة القدم للكرة بعد ركلها.

خلال المرحلة الأولى يمتد ورك الرجل الراكلة بسرعة بواسطة عمل العضلات الالوية ودوران الحوض للخلف للجهة العكسية أي باتجاه الرجل الساندة، ينثني مفصل الركبة بواسطة أوتار المأبض(عضلات الفخذ الخلفية) وتعمل العضلة الظنبوبية الأمامية على رفع مشط القدم. هذه الأفعال تتحدد من قبل العضلات المثنية لمفصل الورك والعضلات المقربة والتي غالباً ما تكون فوق طاقتها عند أغلب اللاعبين. وكلما كانت الركلة قوية كلما ازداد عمل وتقلص هذه العضلات.

أما المرحلة الثانية فإن العضلة القطنية والعضلة الحرقفية تتقلصان وينثني

الورك لتحريك الفخذ والساق للأمام وكذلك يدور الحوض للأمام. أما المرحلة الثالثة تتضمن عمل الأوتار المأبضية لإبطاء حركة الفخذ وعمل العضلة رباعية الرؤوس للمد السريع لمفصل الركبة. موضع مفصل الكاحل أثناء ركل الكرة يعتمد على نوع الركلة المنفذة، بالإضافة إلى ذلك فإن العضلات المقربة ستتقبض لسحب الساق باتجاه الجسم، وهذا مهم وخاصة بالركلة الجانبية.

تبدأ المرحلة الرابعة بعد ترك الكرة اتصالها بالقدم، ويتابع الساق والفخذ الحركة بسبب زخم الفخذ والساق والقدم، وهذا يؤدي إلى تقلص العضلات المعاكسة لهذه الأفعال وخصوصاً الأوتار المأبضية لأنها تمر عبر اثنين من المفاصل. تعمل عضلات الرجل الساندة بطريقة مماثلة أثناء وضع الجري، وعلى الرغم من ذلك فإن عضلات الرجل الساندة تعمل بشكل أساسي لتحقيق الاستقرار للجسم ولتوفير قاعدة مستقرة للرجل الراكلة، وكما قلنا فإن عضلات الذراعين والجذع تعملان للمحافظة على التوازن وتوفير موازنة للرجل الراكلة، وبالتالي توفير المزيد من التحكم والسرعة.

3. القفز وضرب الكرة بالرأس:

تعتبر مهارة القفز من المهارات المهمة في كرة القدم، والقفز قد يحدث أما من مكان الوقوف أو من ركضة تقربية، وعادة ما يكون النهوض للقفز من الوقوف من كلا القدمين أو بقدم واحدة عندما يكون القفز من ركضة تقربية.

عند تنفيذ القفز من الثبات فإن اللاعب يخفض بجسمه إلى الأسفل من خلال الإنثناء لمفاصل الجسم المشتركة بالأداء كمفاصل الجذع والوركين والركبتين مع رفع مشط القدم وفقاً لعمل وزن الجسم والجاذبية الأرضية، ولكن المسيطرة على هذه الحركات هي العضلات المحركة الرئيسة والتي تتقلص تقلصاً لا مركزيا ومن هذه العضلات هي (العضلة ناصبة الفقار، العضلات الالوية، أوتار المأبض، العضلة رباعية الرؤوس، العضلات الثانية الأخمصية) أي بمعنى إنّ هذه العضلات تعمل ضد الوزن والجاذبية الأرضية.

وكذلك يتم ثني المرفقين ومد الكتفين وفي هذا الموضع من الجسم يكون

مشابه تقريباً للنابض، إنّ القوى المحركة الرئيسة للأداء القفز عبارة عن خزن بالطاقة الكامنة استعداداً لإطلاقها في اللحظة المناسبة. عندما تبدأ القفزة فعمل القوى المحركة الرئيسة هو إطلاق وزن الجسم في الهواء وهذا يتحقق عن طريق انقباضات سريعة وقوية من بعض العضلات (العضلة ناصبة الفقار، العضلات الالوية، أوتار المأبض، العضلة رباعية الرؤوس، العضلات الثانية الأخمصية) وتؤدي هذه الانقباضات إلى تمديد الجذع والوركين والركبتين وثني أخمصي من الكعبين. يتم أيضاً تحريك الذراعين للأمام والأعلى بسرعة عن طريق ثني الكتفين وامتداد المرفقين. وعندما يصبح الجذع مائلاً للخلف خلال أداء القفز يكون هناك امتداد شديد في عضلات البطن والعضلات الثانية للورك، علماً أن إصابة هذه العضلات أمر وارد حدوثه.

إنّ مرحلة الهبوط هي بنفس أهمية مرحلة النهوض إذ يجب التحكم بوزن الجسم أثناء ارتطامه بالأرض. وجوهرياً تعتبر مرحلة الهبوط هي عملية معاكسة للنهوض فيكون عمل عضلات القفز لا مركزياً وذلك للسيطرة على حركة المفاصل وتباطؤ سرعة العمل، مما يؤدي إلى زيادة امتصاص الصدمات والتقليل من احتمالية الإصابة.

الهدف الرئيس لمعظم القفزات بكرة القدم هو لضرب الكرة بالرأس ولكن إمكانية تنفيذ هذه المهارة من وضعية الوقوف واردة. عندما يقفز اللاعب فإن الرقبة ترجع إلى الخلف ويعزى ذلك إلى تأثير الجاذبية الأرضية وكذلك إلى عمل العضلات ناصبة الفقار. بعدها يعمل اللاعب على تماس الكرة بالرأس وقد يتضمن ذلك مجموعة من الحركات منها إنثناء الرقبة وهو العمل الأكثر قوة ولكن أيضاً يمكن الجمع بين هذا مع دوران أو الانحناء الجانبي لتوجيه الكرة.

4. رمي الكرة بكرة القدم:

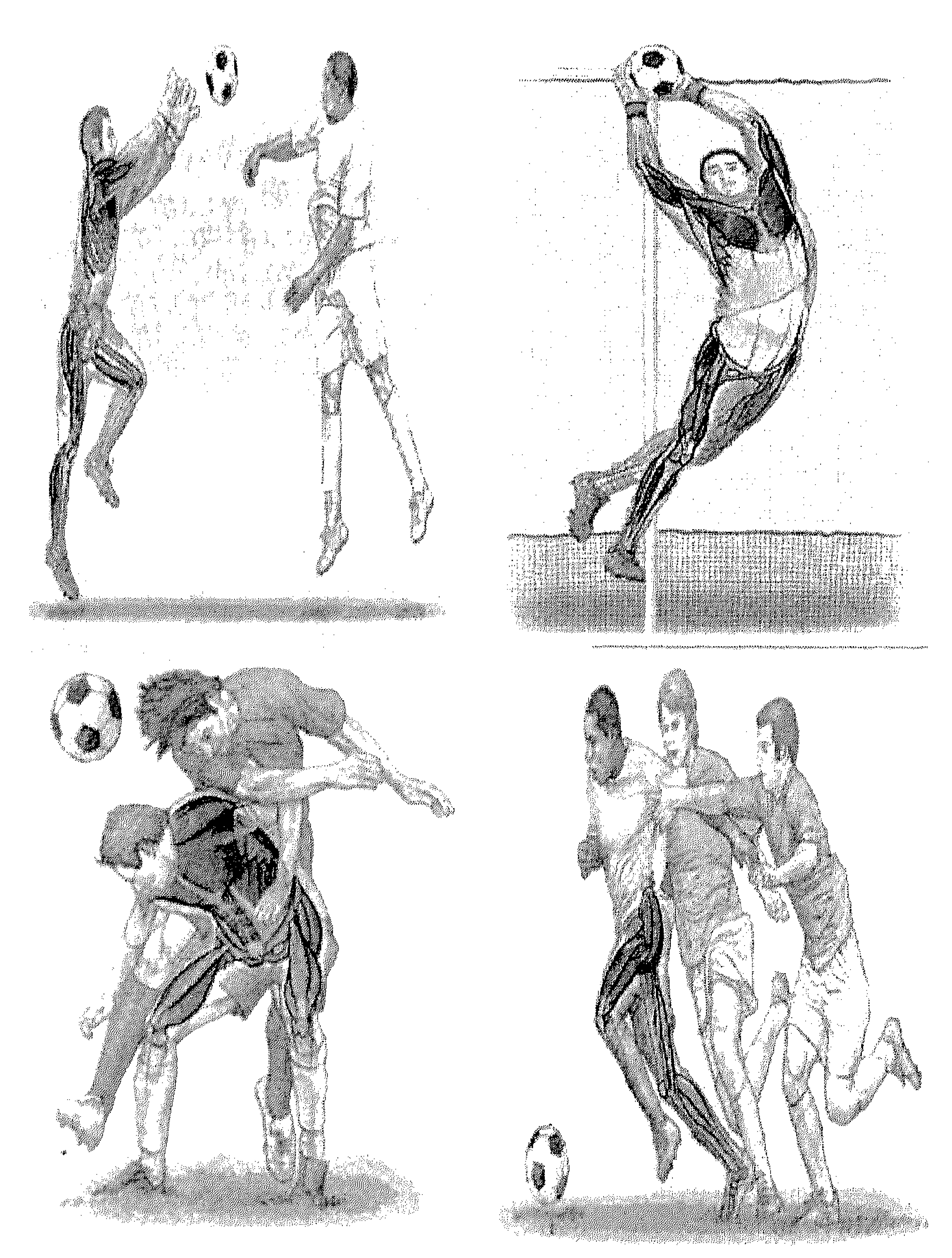
عادة ما تبدأ الرمية الجانبية من ركضة قصيرة ثم الثبات وبقدمين متطابقين، تتقلص العضلة ناصبة الفقار والعضلات الالوية وأوتار المأبض لتمديد الظهر والوركين. يكون عمل عضلات رفع مشط القدم لا مركزيا للسماح للكاحلين للحركة بزاوية اقل ليصعد الكعب عن الأرض بدون فقدان للتوازن.

تمسك الكرة باليدين وتكون اليدان فوق الرأس، تتحرك الأكتاف بإنثناء كامل وكذلك المرفقان، وهذا يؤدي إلى تمدد كامل لمجموعة العضلات المعاكسة للعمل والتي يتم تخزين الطاقة الكامنة.

أول ما تبدأ بالعمل هي العضلات المحركة الرئيسة التي تكون في وضعية تقلص ممدود، يبدأ المرفقان بالمد وكذلك الكتفان يكونان أكثر مد، وتتقلص عضلات البطن والعضلة القطنية والعضلة الحرقفية التي تؤدي إلى إنثناء العمود الفقري والوركين. أما رفع مشط القدم لمفصل الكاحل يتم التحكم به من خلال العمل اللامركزي للعضلة التوأمية الساقية والعضلة الأخمصية.







شكل13

يوضح بعض العضلات أثناء أداء مهارات كرة القدم

نقلا عن .Donald, (2011)

الفصل الثاني

أساليب ووسائل التقييم في الميكانيكا الحيوية

الفصل الثاني

أساليب ووسائل التقييم في الميكانيكا الحيوية

المقدمة:

يهدف هذا الفصل إلى إلقاء الضوء على أساليب ووسائل التقييم في الميكانيكا الحيوية للحركات والمهارات الرياضية المختلفة كون علم الميكانيكا الحيوية علم يدرس القوانين العامة للحركة الميكانيكية على الأجسام البشرية ومعرفة التأثير الميكانيكي المتبادل بين القوى الداخلية والخارجية لمحاولة فهم الأداء في الفعاليات والألعاب الرياضية.

لقد تم التطرق لمدى مناسبة التقييم في الميكانيكا الحيوية للألعاب الفردية والفرقية ومنها كرة القدم، فضلاً عن اختلاف الوسائل والأساليب المتبعة بينهما.

وقد تم التوقع والاستناد إلى أن نجاح التقييم في الميكانيكا الحيوية للأداء الرياضي الذي نريد التأثير فيه هو وجود حالة متابعة أي يمكن متابعة هذا التقييم إلى حد النهاية المنطقية لها ولكن من النادر وجود هذه الحالة بينما يكون هناك شك في النجاحات المرتبطة بالتقييمات في الميكانيكا الحيوية للأداء وعدم تأكد وارتباك بخصوص ما يمكن توقعه من هذه الخدمة وما يمكن أن يكون تأثيره لأن العملية التي تقود إلى الأداء المثالي أقل تحديداً وتعريفاً في علم الميكانيكا الحيوية عما هو الحال في أمور أخرى من معرفة الأداء العلمي الرياضي، ويمكن إيجاز أسباب ذلك إلى أن أدوات القياس في الميكانيكا الحيوية متنوعة ومعقدة ومستهلكة للوقت وبصورة عامة غالية التكاليف، إضافة إلى انه لا يتم تثبيت المتغيرات الأدائية الرئيسة ويمكن أن تتنوع من رياضة لأخرى ومن مهارة لأخرى. وإن استراتيجيات التدخل غير متطورة وتتطلب تنفيذ عدد من المهارات ومن الصعوبة معرفة مدى نجاحها بصورة موضوعية.

وهذه الأسباب بمجملها تم التطرق إليها بشكل مفصل وإمكانية وضع الحلول المناسبة لذلك لتكون نافذة للباحثين والمدربين واللاعبين على حدٍ سواء لفهم معمق لأساليب ووسائل التقييم في الميكانيكا الحيوية لما لها من أهمية على تطور الأداء فضلاً عن استعراض الكثير من البحوث والتجارب بهذا الخصوص إضافة إلى الحديث عن أهم واحدث الوسائل والأساليب المتبعة في التقييم في الميكانيكا الحيوية من أجهزة وبرامجيات تخدم التقييم في الميكانيكا الحيوية السريع والدقيق.

التقييم في الميكانيكا الحيوية كفيل للوصول للأداء المثالي:

بدأت الدول المتقدمة عملية النهوض في جميع المستويات معتمدةٍ على الأبحاث العلمية والدراسات الكثيرة والمتنوعة فتطورت العلوم باختلاف اختصاصاتها وأنواعها وقد كان لأحد هذه العلوم الدور الكبير والمؤثر في ذلك التطور والنهوض ألّا وهو علم الميكانيكا الحيوية الذي تطبق فيه كافة المعارف والمعلومات وطرق البحث المرتبطة بالتكوين البنائي والوظيفي لجهاز الحركة في الإنسان.

ولقد كان لتسخير علم الميكانيكا الحيوية الأثر الكبير في تحسين مستوى الأداء المهاري لكثير من الفعاليات والألعاب الرياضية ومنها لعبة كرة القدم التي أصبح المسئولون عنها يتطلعون وبرغبة شديدة إلى هذا العلم لأنه يأخذ بأيديهم لتطوير لاعبيهم والارتقاء بمستوياتهم وذلك لأن أغلب مهارات كرة القدم تمتاز بالسرعة الحركية، فالحكم عليها من خلال العين المجردة، والخبرة الميدانية للمدرب من أجل استيعاب المهارة وتحديد أخطائها، لا يمتاز بالصحة والموضوعية وذلك بعد أن ثبت أن العين البشرية لا تستطيع تحليل الحوادث التي تظهر في اقل من (0.25 ثا) تقريباً.

ومن هنا لا بد من الاعتماد في تحليل المهارات الأساسية بكرة القدم على أجهزة القياس الحديثة التي تساعد المدرب واللاعب في عملية التقويم بصورة مباشرة وموضوعية. فتقييم وقياس المتغيرات في أي مجال من المجالات بدقة يعد الهدف الأساس الذي يعمل على الارتقاء بعمليات التدريب وبالتالي الإنجاز الرياضي للاعب وإن أي تقدم واكتشاف للمواهب الرياضية يعتمد بشكل كبير على مدى تقدم وسائل تقييم وقياس متغيراته ودقتها وجودتها. ويعتمد التقييم على القياس بصورة مباشرة، فبدون القياس تكون عملية التقييم غير ممكنة وبدون التقييم لا يوجد تغذية راجعة وبدون التغذية الراجعة لا توجد معرفة عن النتائج وبدون النتائج لا يمكن أن يتحسن الأداء.

لذا يستطيع العاملون في مجال الميكانيكا الحيوية أن يقدموا خدمة علمية تساعد في تحقيق أداء مثالي للاعبي كرة القدم الموهوبين، وهم قادرون على توفير أدوات قياس لتحقيق النوعية للمتغيرات الميكانيكية الرئيسة ذات العلاقة بالأداء بالرغم من أنه لا يوجد منهج مقبول عموماً في كيف يجب أن يؤدى ذلك.

يجب إجراء عملية التدخل باستعمال المعلومات المستحصلة من التقييم في الميكانيكا الحيوية وهذا لا يؤدي عادة من قبل العاملين في مجال الميكانيكا الحيوية ويترك عادة لمختصين آخرين. إنّ نجاح هذا التدخل نادراً ما يتم تثمينه لغرض توفير الدليل لصلاحية الخطوات الأولى من التقييم.

ونعتقد أن العاملين في مجال الميكانيكا الحيوية الذين لهم خبرة لا بأس بها والذين أجروا برامج بحوث تطبيقية في بعض الفعاليات والألعاب الرياضية قادرون على إظهار النجاح حيث تم الاستنتاج بأن هؤلاء العاملين يحتاجون إلى دعم ادعائهم بأنهم قادرون على التأثير في ناتج الأداء بالتمرين المرتكز على دلائل أكثر.

إنّ الميكانيكا الحيوية علم يدرس القوانين العامة للحركة الميكانيكية على الأجسام البشرية ومعرفة التأثير الميكانيكي المتبادل بين القوى الداخلية والخارجية. ويحاول العاملون فيه فهم الأداء في الفعاليات والألعاب الرياضية ومنها كرة القدم ونتيجة ذلك يؤثرون على نتائجها التي تفهم عموماً بأنها تقليل الإصابات وتحسين الأداء لذلك سوف نضع في هذا الفصل في الاعتبار العملية التي بواسطتها يحاول العاملون في مجال الميكانيكا الحيوية التأثير في تحسن الأداء.

إنّ الميكانيكا الحيوية يكون مناسباً بصورة خاصة لتقييم المهارات للفعاليات والألعاب الرياضية التي يتحدد نجاحها بصورة رئيسة بالتنفيذ الفني لتلك المهارات هذا بالمقارنة مع تلك الفعاليات والألعاب الرياضية التي يتحدد نجاحها بصورة مهمة بالقابليات الفسيولوجية (مثل ركض المسافات الطويلة) أو القابليات النفسية (مثل الكولف) أو قابليات أخرى.

بما أن العديد من الفعاليات والألعاب الرياضية ذات المكونات الفنية العالية هي أيضاً فعاليات وألعاب فردية فإنه ينبع من ذلك أن الميكانيكا الحيوية خاصة يكون مناسباً للتطبيق في هذه الفعاليات والألعاب بالرغم من أنه أيضاً قادر على توفير المعرفة في المهارات التي يُظهرها الأفراد في الألعاب الجماعية ومنها لعبة كرة القدم. ومن النادر من نجد أن هناك مدرب أو لاعب يبحث عن خبرة وخدمة العامل في مجال الميكانيكا

الحيوية الذين يحتاجون مستوى أكثر حصيلة من المعلومات التقنية حول الأداء لأن العامل في مجال الميكانيكا الحيوية يقوم بتقييم كمي للأداء الرياضي ويوفر معلومات فنية حولها ويساعد في تفسير البيانات وربما يكونون أيضاً جزء من الفريق الذي يُقرر إذا كان هناك داعٍ لإستراتيجية التدخل ولكن من المحتمل أن يكون هو الشخص الذي ينفذ هذه الإستراتيجية.

أن نجاح التقييم في الميكانيكا الحيوية للأداء الرياضي الذي نريد التأثير فيه بوجود حالة تكون فيها العملية متابعة أي يمكن متابعتها إلى حد النهاية المنطقية لها، ولكن من النادر وجود هذه الحالة بينما يكون هناك شك في النجاحات المرتبطة بالتقييمات في الميكانيكا الحيوية للأداء وهناك أيضاً عدم تأكد وارتباك بخصوص ما يمكن توقعه من هذه الخدمة وما يمكن أن يكون تأثيرها هذا لأن العملية التي تقود إلى الأداء المتحسن أقل تحديداً وتعريفاً في الميكانيكا الحيوية عما هو الحال في أمور أخرى من معرفة الأداء العلمي الرياضي، وان الأسباب لذلك هي :

1. أن أدوات القياس في الميكانيكا الحيوية متنوعة ومعقدة ومستهلكة للوقت وبصورة عامة غالية.
2. عادة لا يتم تثبيت المتغيرات الأدائية الرئيسة ويمكن أن تتنوع من رياضة لأخرى ومن مهارة لأخرى.
3. إنّ استراتيجيات التدخل غير متطورة وتتطلب تنفيذ عدد من المهارات ومن الصعوبة معرفة مدى نجاحها بصورة موضوعية.

وبدل النظر إلى بعض الأسئلة عن النجاح سنحاول في هذا الفصل أن نوضح العملية التي بها يمكن أن يقود التقييم في الميكانيكا الحيوية إلى الأداء المثالي والنظر في هذه الأسباب الثلاثة.

أولاً:- أدوات القياس في الميكانيكا الحيوية:

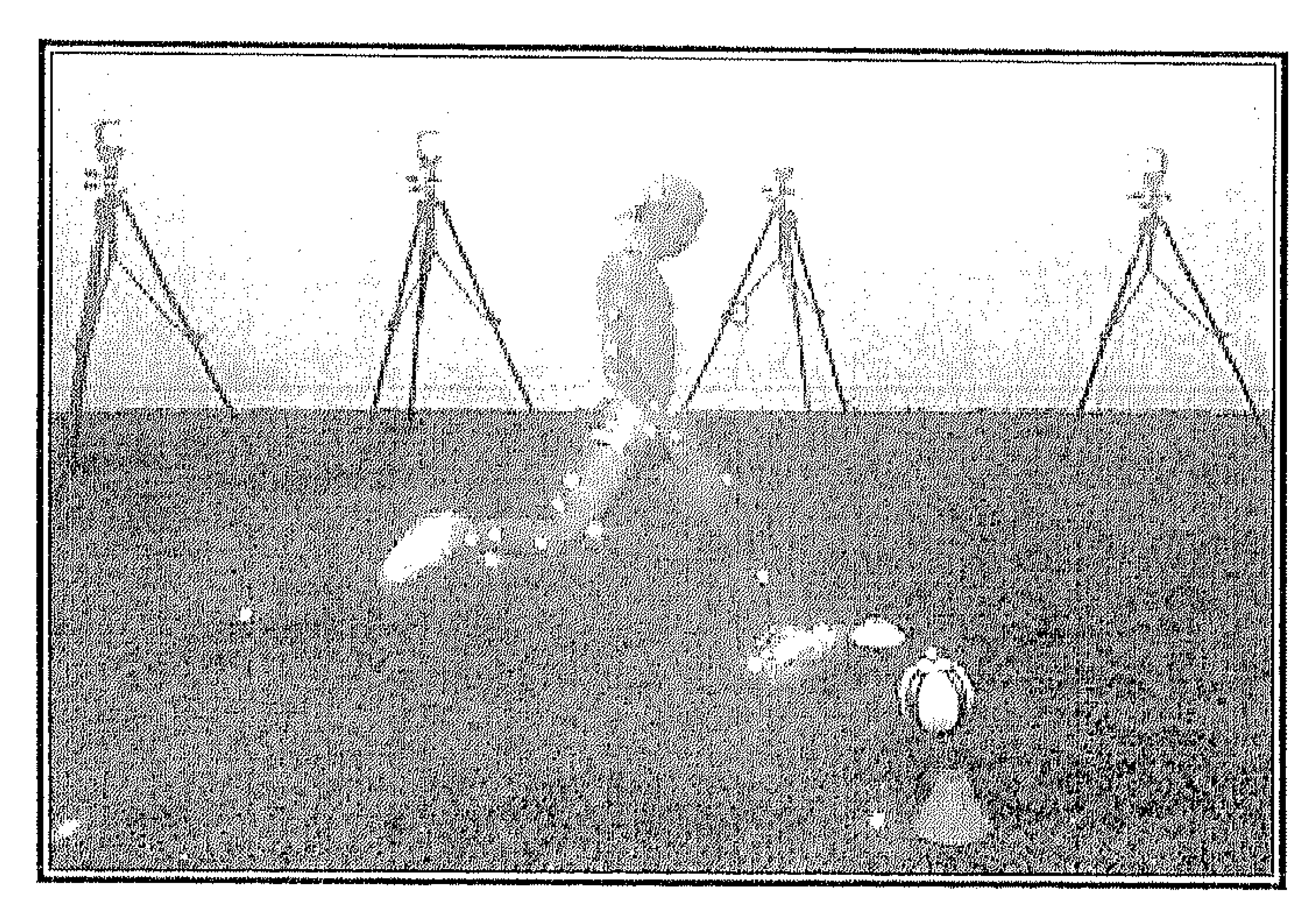
إنّ تطبيق الميكانيكا الحيوية في الفعاليات والألعاب الرياضية أمر حديث نسبياً يمتد بصورة رئيسة على مدى العقود الثلاثة الأخيرة، حيث كان التقدم سريعاً بهذا المجال ولكن يتحدد بصورة كبيرة بوجود حاسبات منضدية ومعدات تحليل وتسجيل ذات علاقة. تم توجيه الكثير من الجهد في الميكانيكا بإتجاه تثبيت أدوات قياس مناسبة وإجراءات لتحديد نوعية الحركة البشرية حيث يوجد حالياً عدة أدوات تحليل بيوميكانيكية يمكن الاعتماد عليها متوفرة للعاملين في هذا المجال سواء للبحث أو لتقييم الأداء وهي تشمل على تحليل الحركة وتحليل منصة قياس القوى والخط الالكتروني ومقياس السرعة والتعجيل، إذ أنّ هذه التقنيات تمكننا من القياس المباشر والغير مباشر لعدد من المتغيرات الميكانيكية التي تمثل الأداء والأداة المستخدمة في اللعبة أو الفعالية، ولكن بصورة عامة فإن هذه التقنيات معقدة بعض الشيء فيما يخص استحصال المعلومات وتفسيرها، وبما أن المعلومات مطلوبة عادة فيما يخص مزايا الأداء أثناء التنافس فإن أفضل طرق التحليل هي تلك التي تسمح بالتحسس عن بُعد أو التي لا تتداخل أصلاً مع الأداء، وهكذا فإن الأداء الأكثر شهرة المستخدمة في الفعاليات والألعاب الرياضية هي التحليل الحركي باستعمال التصوير السينمائي أو الفيديوي، وقد تم استعمال متحسسات عن بُعد بنجاح لقياس المتغيرات مثل السرعة في العدو السريع والقوة في مهارات القفز للألعاب والفعاليات الرياضية.

إنّ العاملين في مجال علم الميكانيكا الحيوية يلجئون إلى استخدام أساليب ووسائل التقييم المناسب لدراسة المهارات الأساسية التي يؤديها اللاعب مع مراعاة خصائص تلك المهارات وإمكانية تحديد الأسباب الميكانيكية والخصائص الديناميكية الحيوية للمهارات الرياضية، لذا يرتبط أسلوب التقييم في الميكانيكا الحيوية بالطريقتين الخاصتين بالتعرف على علم الميكانيكا الحيوية وهما أسلوب البيوكينماتيك وأسلوب البيوكينتك.

ومن أهم وسائل تحقيق الأسلوب البيوكينماتيكي منها ما يلي:-

1. القياس اللحظي بواسطة الخلايا الضوئية — Moment Measurement by Stroboscopic

2. جهاز ضبط الزمن — Cronograph
3. التصوير بالأثر الضوئي — Chronophotography
4. تصوير النبضات الضوئية — Cyclogrametery
5. جهاز تسجيل السرعة — Speedography
6. التصوير السينمائي — Cinematography
7. التصوير الدائري — Chrono Cyclography
8. التصوير الفيديوي — Videography



شكل14

يوضح إحدى وسائل الأسلوب البيوكينماتيكي.

أما أسلوب البيوكينتك فإنه يستخدم أجهزة تسجيل القوى التي تستغل الحقيقة القائلة بإن مقاومة الأرض تساوي في مقدارها كقوة لرد فعل تلك القوة العضلية المؤثرة في وضع الارتكاز فإذا كانت هذه القوة تقابل قاعدة مرنة، فإن هذه القاعدة تتحرف بما يماثل مقدار تلك القوة بشكل أو بآخر.

كما أمكن التوصل إلى استخدام إمكانية التحويل الميكانيكي للقوة إلى قيمة كهربائية عن طريق استخدام أجهزة قياس كهروتضاغطية أو تأثيرية أو حثية أو غير ذلك من الأجهزة مما أدى تعدد أنواع أجهزة القوى إلّا أنها تعتمد في تصميمها على أساسين هما:-

أ. الأساس الميكانيكي.

ب. الأساس الكهربائي.

وتشير بعض المصادر إلى أن أجهزة تسجيل القوى المبنية على أساس ميكانيكي يعيبها ما لها من قصور ذاتي كبير مما يؤثر على القراءات، ويمكن الاعتماد على نتائجها في الاستفادة بها في حالات أجراء الأبحاث الأولية ويعنى بذلك بعض الأجهزة المبسطة المعروفة عن أبلاكوف Abalakow وجندلاخ Gundlach وماير Mayerويور Your.

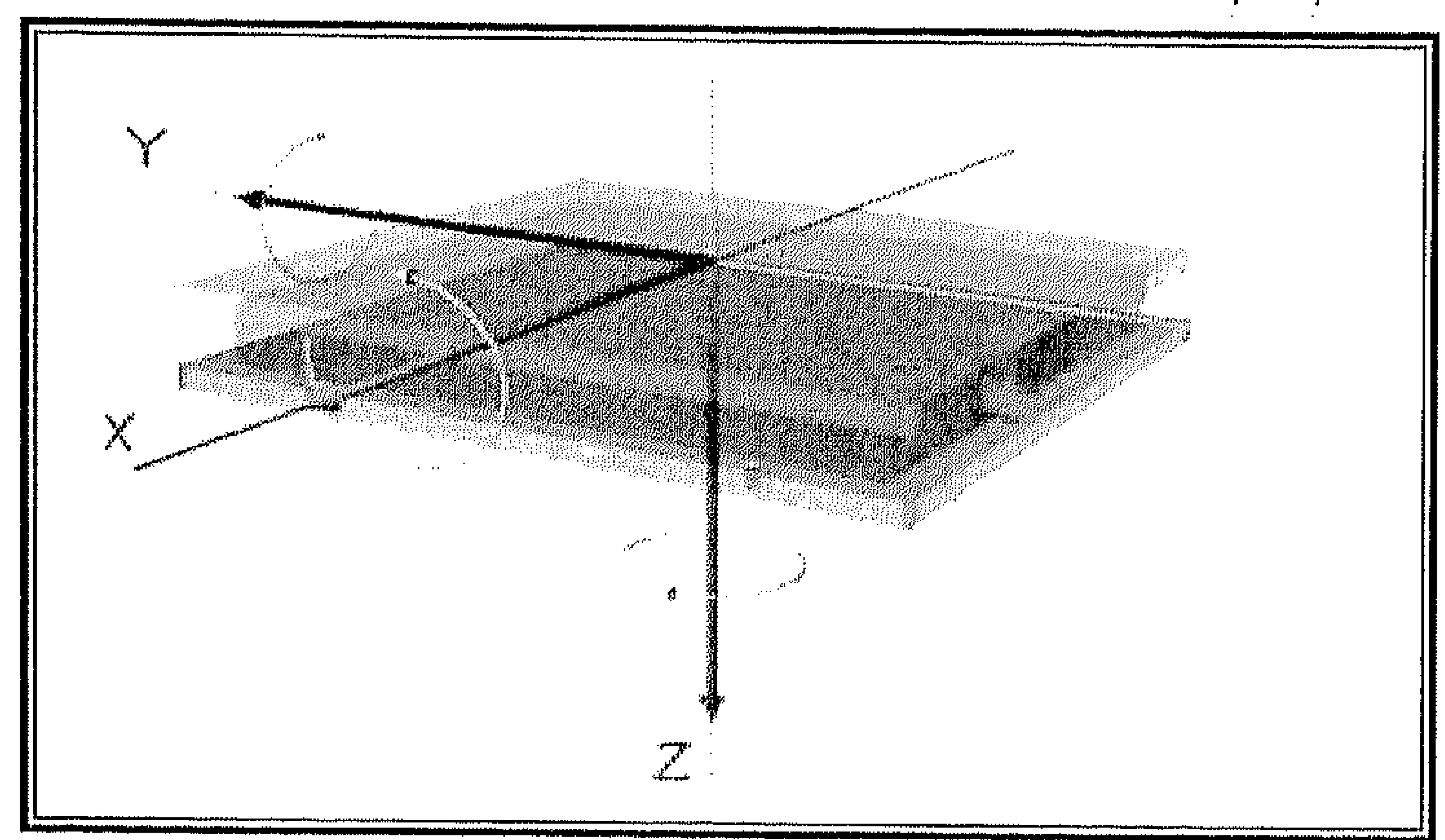
وبالرغم من إمكانية استخدام هذه الطرق باختلاف أنواعها في تصميم أجهزة قياس القوة في المجال الرياضي إلّا أن الأجهزة التي تعتبر أكثر انتشاراً في الوقت الحالي تلك الأجهزة التي تسير على أساس التوتر (طرق القياس بالاستطالة) وتسمى بمنصات القوى.

ومن أهم المنصات الشائعة الاستخدام في مجال دراسة المهارات الحركية في مجال الميكانيكا الحيوية هي:-

1. منصة القوى المستخدمة لدراسة حركة المشي.
2. المنصة الثلاثية للقوى.

والمنصة الثلاثية للقوى هي الأكثر استخداماً في التحليل البيودناميكي للمهارات الرياضية ويطلق عليها منصة قياس القوة Force Plate Form والتي تسجل ثلاث مركبات للقوى مركبة عمودية (Fy) ومركبتان أفقيتان متعامدتان (Fx, Fz) كما موضح بالشكل (15) إضافة إلى زمن التماس مع المنصة (t) ويرتبط بهذه المنصة جهاز حاسوب آلي حيث يتم برمجة أجزاء الحركة وفق تسلسلها ويبدأ العمل بتسجيل

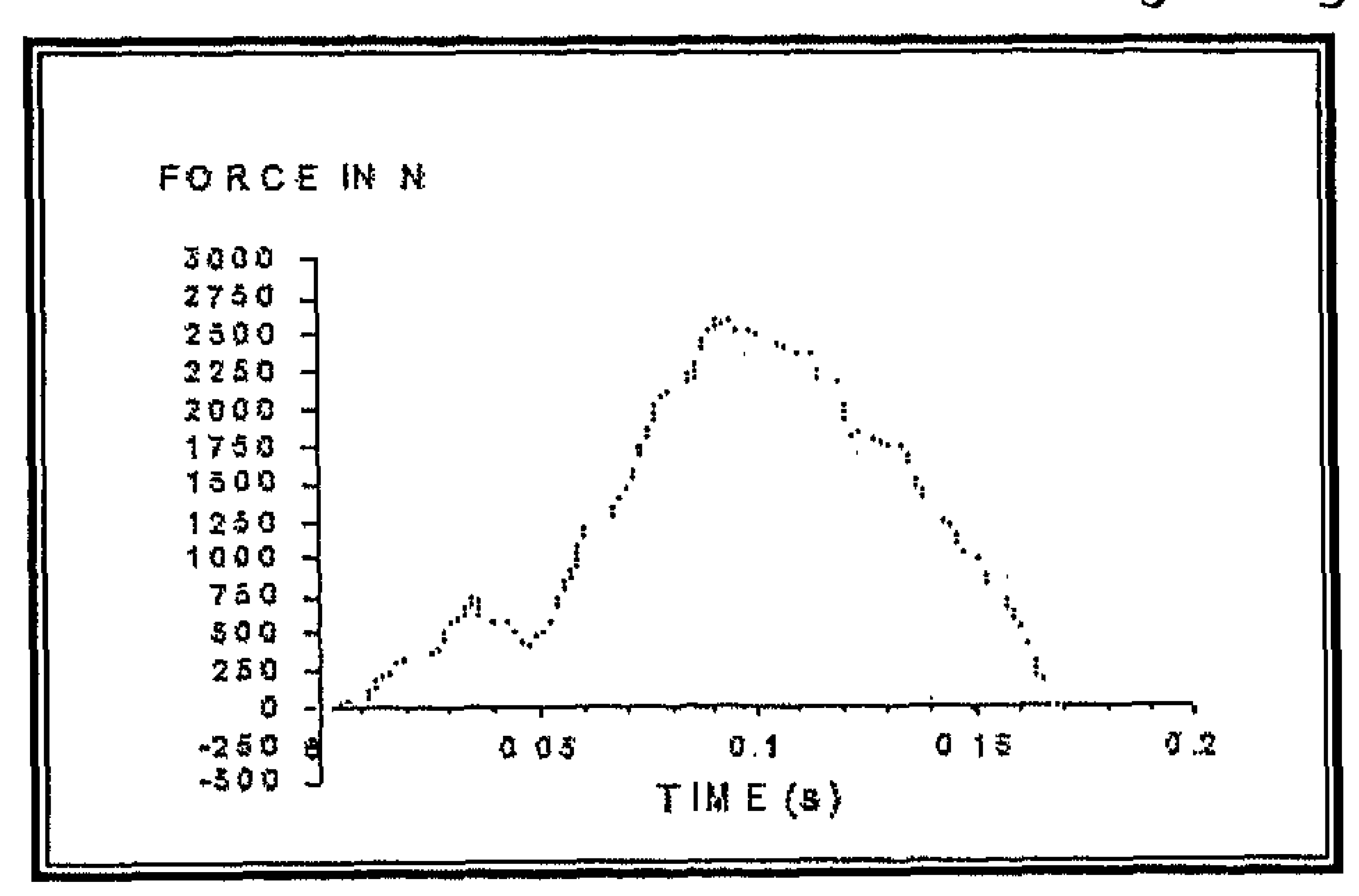
الحركـة للحصـول علـى منحنيـات القـوة حيـث يمكـن إظهارهـا مباشـرةً علـى شاشـة الحاسوب ومن ثم يتم طباعتها على ورق.



شكل15

يوضح إحدى منصات قياس القوى.

إنّ الميزة العلمية لاستخدام هذه المنصة هو أن الأشكال البيانية التي تزودنا بها تمثل احداثيين يمثل الاحداثي العمودي مؤشر القوة بينما الاحداثي الأفقي مؤشر الزمن المستغرق للأداء فضلاً عن ذلك يمكن احتساب زمن حدوث أي قيمة للقوى في أي لحظة من لحظات حدوث الحركة.



شكل16

يوضح منحنى القوة_الزمن خلال مراحل أداء مهارة التهديف بالرأس من القفز.

وهناك منصات صممت في العراق بأشكال متعددة ولأغراض عديدة ولفعاليات وألعاب رياضية متنوعة كالوثب الطويل والوثبة الثلاثية والوثب العالي وعدو المسافات القصيرة ورمي الرمح وفي رفع الأثقال وفي المبارزة وفي التنس الأرضي وفي الجمباز وفي فعاليات السباحة، أما في الألعاب الجماعية فقد تم استخدامها في كرة اليد والكرة الطائرة وكرة السلة وكرة القدم.

وقد أمكن عملياً من خلال استثمار التعاون بين العاملين في مجال التحليل البيوميكانيكي والعاملين في مجال صنع الأجهزة من استخدام أجهزة تسجيل القوة الموضوعة على جزء من الجسم كوضعه في يد الملاكم أو وضعه في حذاء القافز وغير ذلك إلى أن أنتهى الأمر إلى وضعه على رأس اللاعب أثناء أدائه مهارة التهديف بالرأس أو على القدم الراكلة، ورغم النتائج الطيبة التي تخبرنا عنها هذه الأجهزة إلّا أنها تعيق الحركة المنفذة وبالتالي قد تعطي نتائج غير دقيقة ولا تعبر عن الحالة بشكل موضوعي.



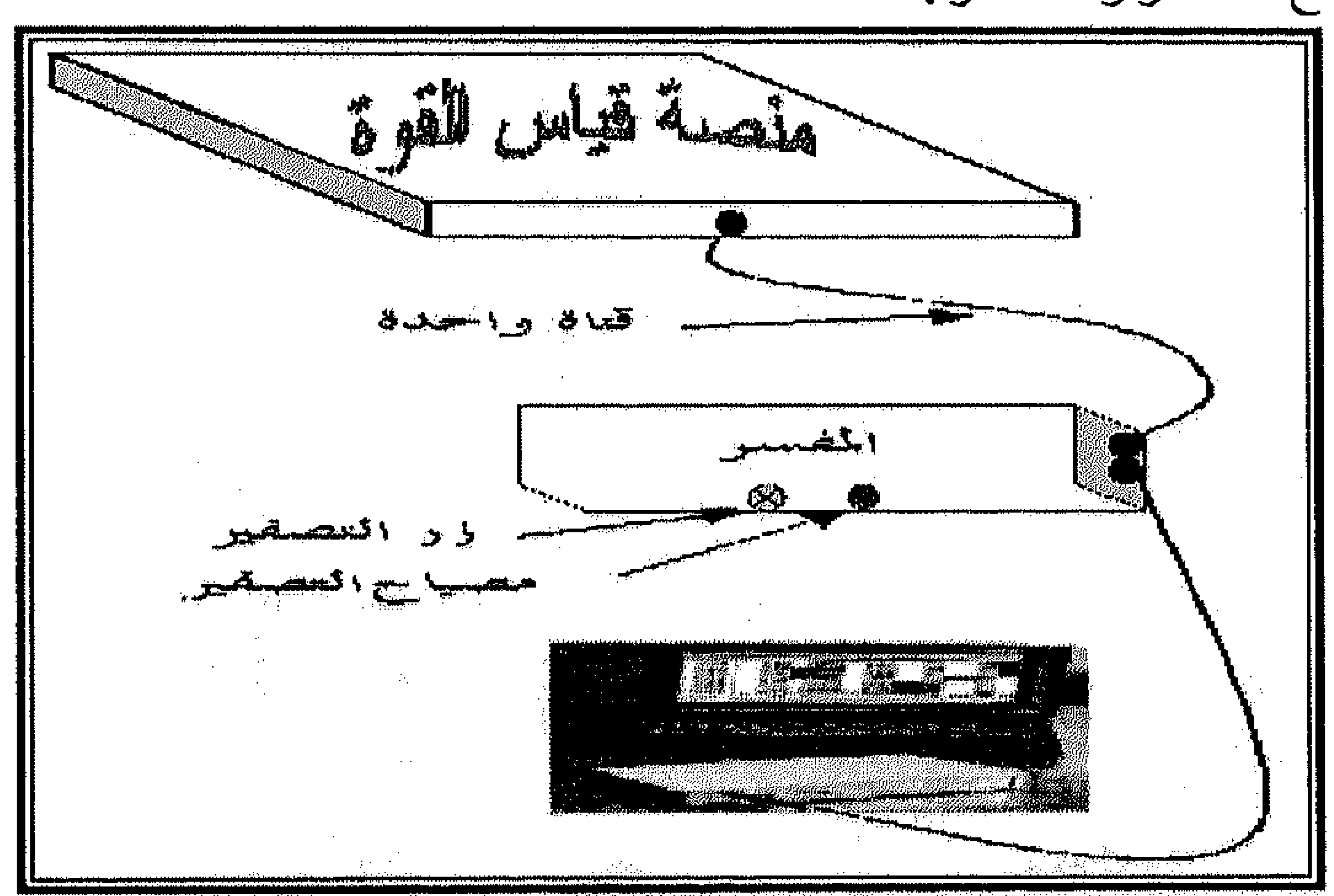
شكل17

يوضح بعض الأجهزة الموضوعة على أجزاء الجسم.

إنّ جميع أنواع المنصات المستخدمة كانت ترتبط بالحاسوب بواسطة جهاز مفسر سمي بجهاز التصفير وهذا الجهاز كما هو موضح في الشكل (18) عبارة عن صندوق يحتوي على قطع الكترونية واجبه كما يأتي:-

1. تكبير الجهد المتولد على المتحسسات بسبب تغير تسليط القوة على المنصة.
2. تحويل الجهد الكهربائي إلى قيم رقمية (1،0) باستخدام المحول Analog to Digital
3. تصفير القيم الرقمية عند عدم وجود وزن على المنصة.
4. المعايرة.

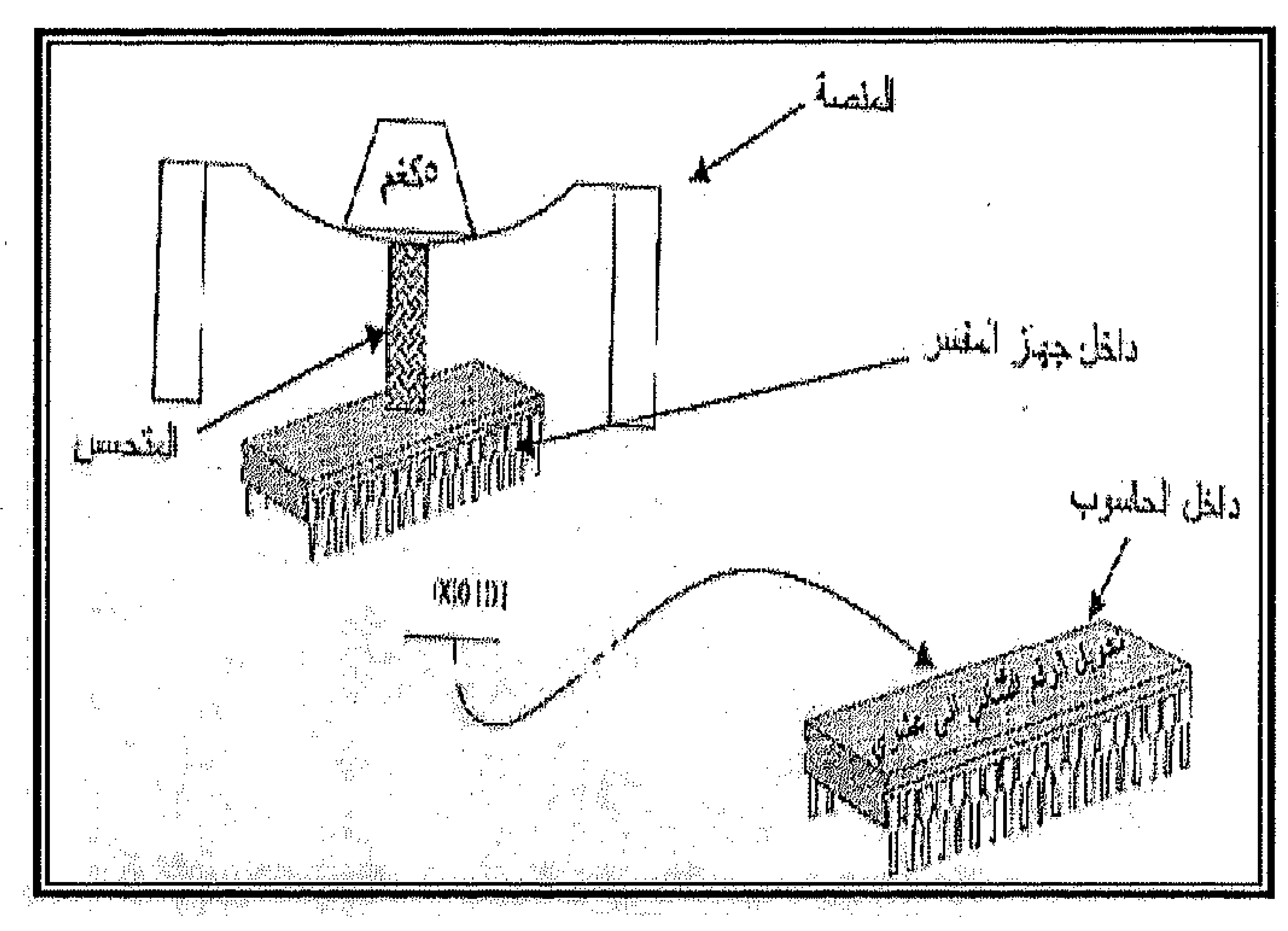
إنّ أهم مرحلتين في المفسر هو مرحلة التصفير والمعايرة ويتم التحكم بالتصفير خارجياً وللبساطة تربط مع هذه المرحلة مصباح بلون احمر أو ازرق(LED) فيحاول الباحث تدوير مفتاح (زر التصفير) لحين إطفاء المصباح حيث ينير هذا المصباح عند وجود وزن على الجهاز، أما المرحلة الثانية فهي المعايرة أي "وضع القيم ضمن معيار موحد" وهذه هي المرحلة الأخيرة التي تلي تصميم شكل المعدن وربط القطع الإلكترونية وتسليك المنصة مع المفسر والحاسوب.



شكل18

يوضح كيفية ربط منصة قياس القوة بالمفسر.

وفي مرحلة المعايرة يجري اختبار تطابق قيم الأوزان الموضوعة على المنصة مع القيم الناتجة على شاشة الحاسوب في حالتي الاستطالة (التصاعدي) وإزالة الأثر (التنازلي)، وفي المرحلة نفسها يحدث بسبب الضوضاء الإلكتروني (Noise) أو أخطاء التصميم زيادة أو نقصان القيم الناتجة عن القيم الحقيقة الموضوعة على المنصة مما لا يمكن تفاديه إلّا بافتراض رقم ثابت (Factor) كمعامل تصحيح يثبت في برنامج الحاسوب إذ أنّ الحاسوب هو الذي سيتولى تحويل القيم الرقمية (0،1) إلى قيم عشرية كما موضح ذلك في الشكل (19).



شكل19

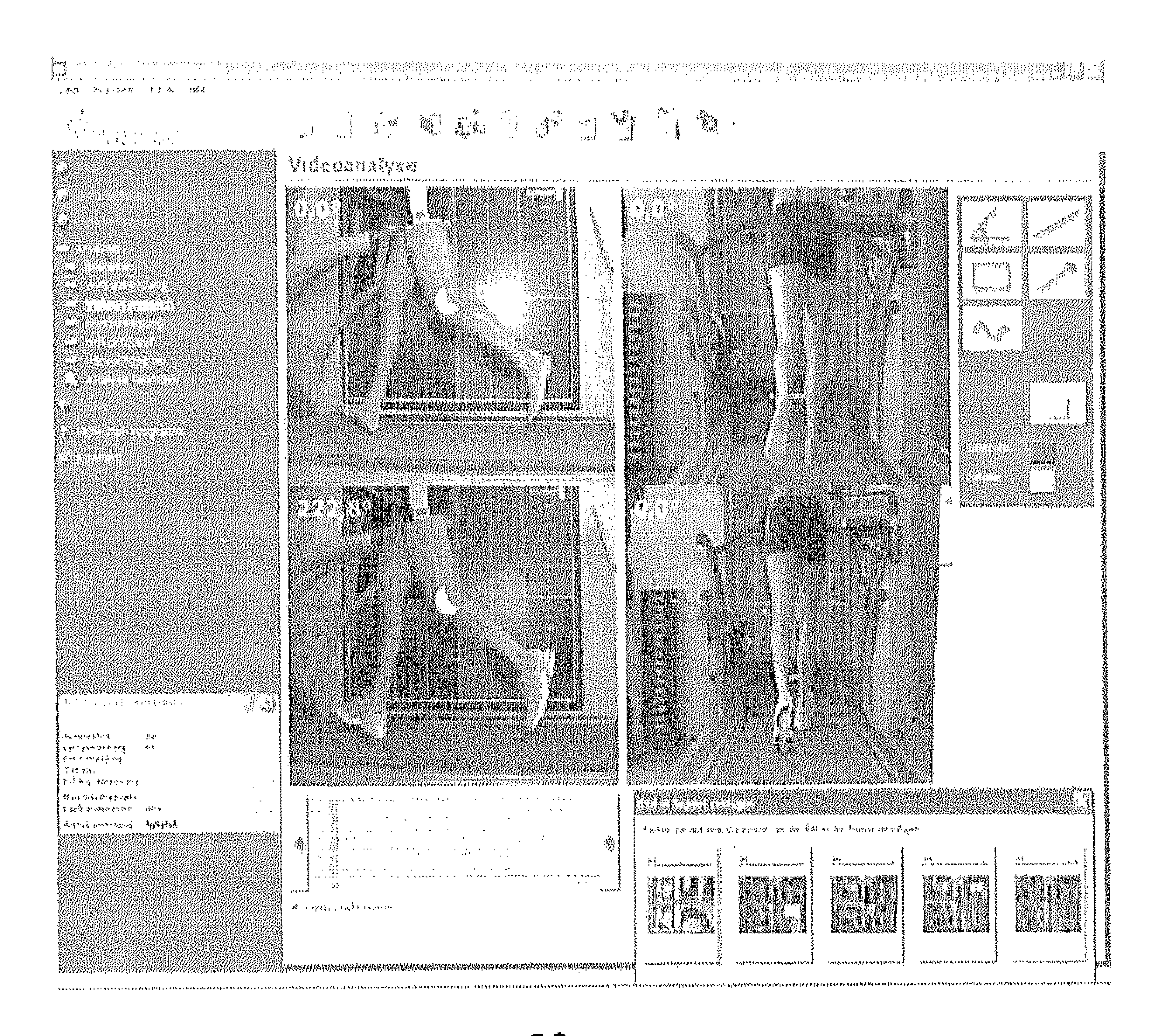
يوضح تحويل الجهد الكهربائي إلى قيم رقمية (0،1).

ومن خلال ذلك نلاحظ أن أدوات القياس في الميكانيكا الحيوية بصورة عامة غالية وإن العمليات الخاصة باستخراج البيانات منها تكون عادة مستهلكة للوقت، إلّا أن هناك بعض الاستثناءات مثل ركضة التقرب السريعة في ألعاب القفز المبنية على استعمال أبواب ضوئية توقيتيه، ولكن التقييم في الميكانيكا الحيوية كان قديماً مبني بدرجة أساسية على التحليل الحركي الذي يعتمد على طرق يدوية أو شبه أوتوماتيكية، ومؤخراً بدأ الاتجاه بالاستفادة قدر الإمكان من عالم الكومبيوتر والبرمجيات المستخدمة فيه وعلى الرغم من أنها معقدة ويعتمد برمجتها واستحصال البيانات من قبل مختصين في هذا المجال إلّا أن نتائجها تكون أكثر دقة، ومن البرامج

التي يتم استخدامها لغرض إجراء التحليل البيوميكانيكي هي:-

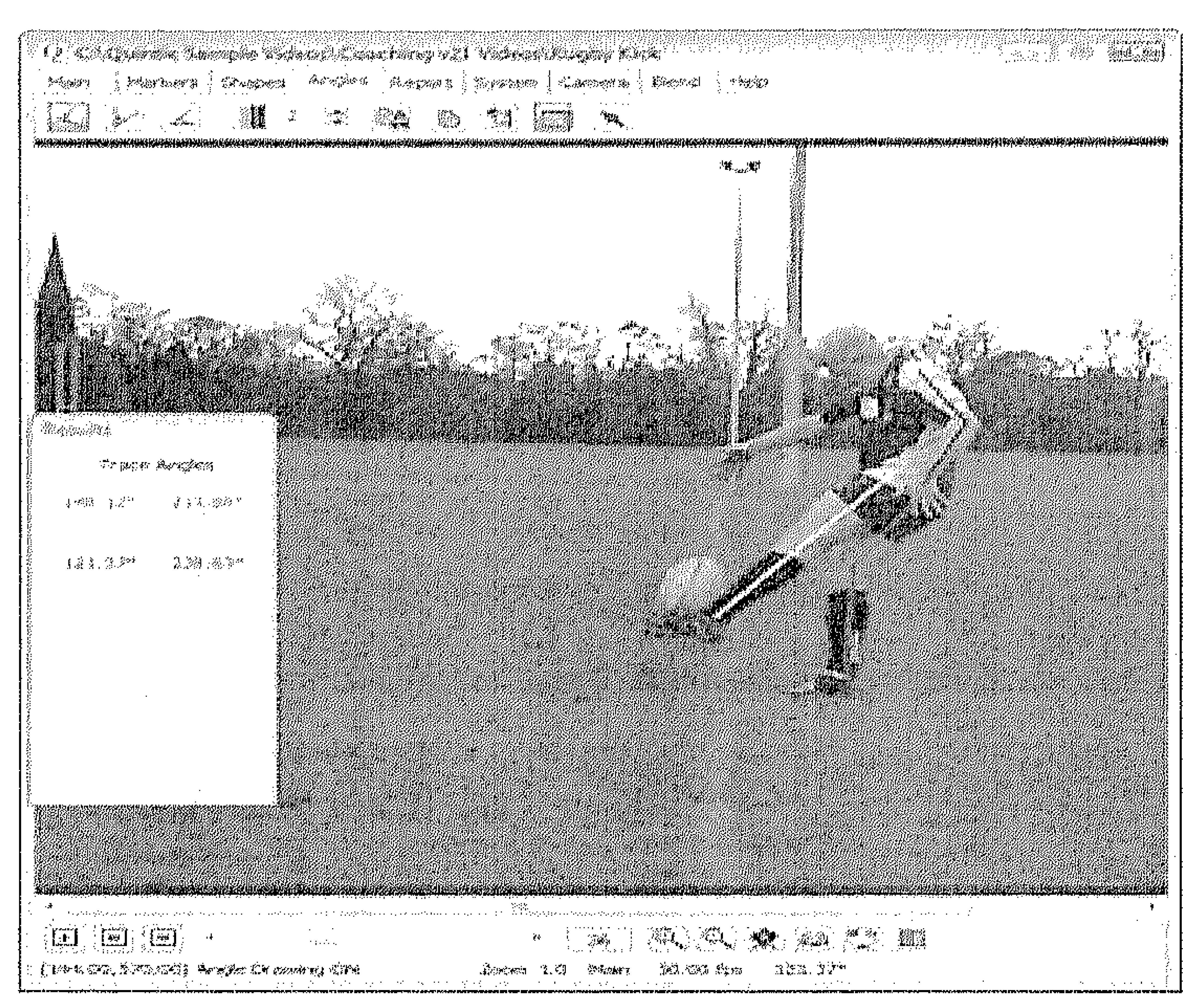
(APAS, AutoCAD, BTS SMART, DARTFISH, Kinovea, Kwon3D, LAVEG, Logger Pro, MaxTRAQ, MOTIONPRO, MotionView, Pro-Trainer, Quintic Sports, RSscan, SENSIX, Simi Motion, SportsCAD, TEMPLO, WIN analyze)

وكذلك تم مؤخراً استخدام منصة قياس القوى بالاعتماد على البرمجيات الحديثة في الكومبيوتر، وساعد هذا من استثمار الكثير من الوقت والجهد إضافة إلى الدقة في النتائج.



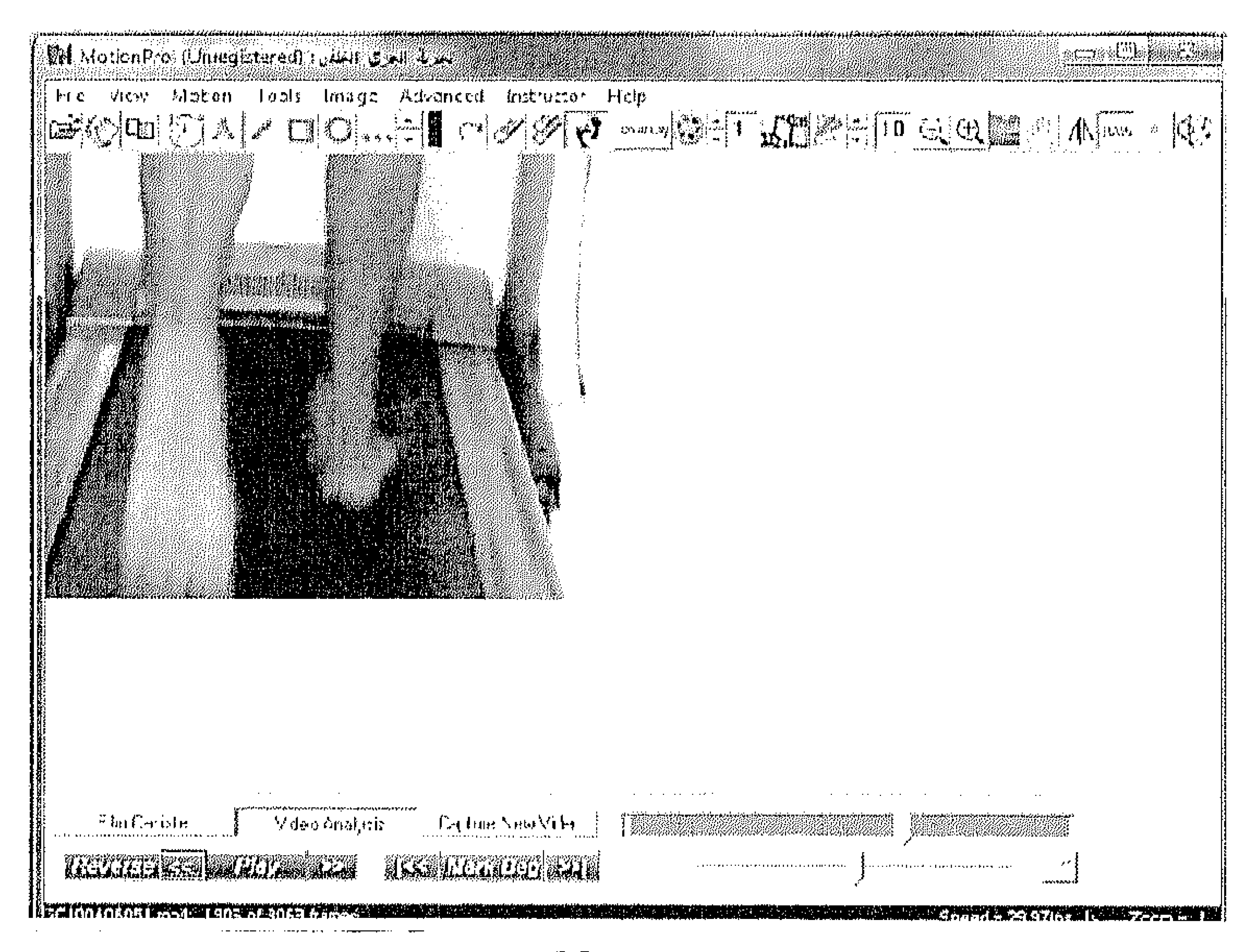
شكل20

يوضح واجهة تطبيق برنامج TEMPLO



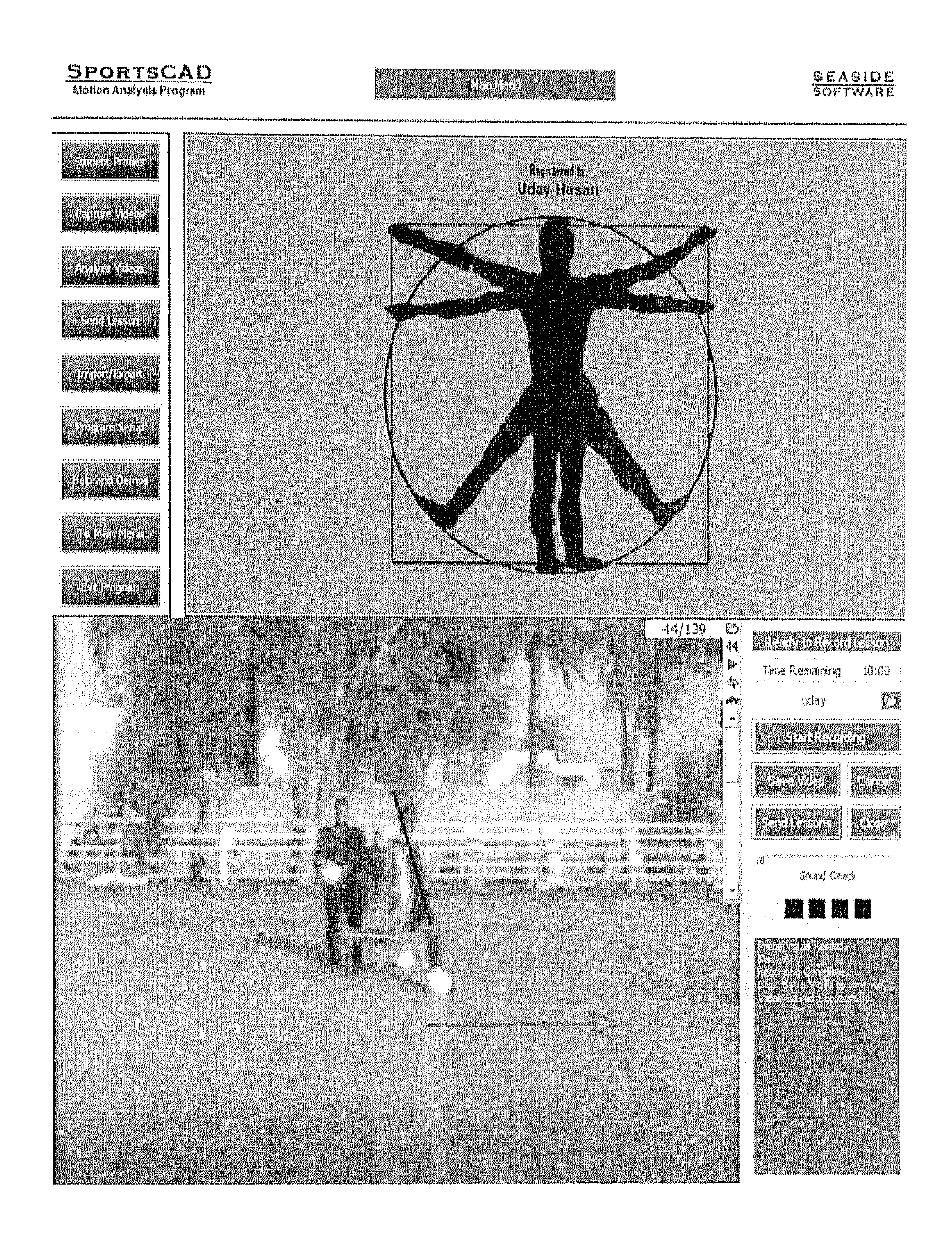
شكل21

يوضح واجهة تطبيق برنامج Quintic Sports



شكل22

يوضح واجهة تطبيق برنامج MOTIONPRO



شكل23

يوضح واجهة تطبيق برنامج SportsCAD



شكل24

يوضح واجهة تطبيق برنامج Pro-Trainer

ثانياً:- تشخيص المتغيرات القياسية الرئيسة:

أن أكثر المهام صعوبة للمدرب والباحث في مجال الميكانيكا الحيوية هي تشخيص متغيرات القياس الرئيسة ذات العلاقة بنتيجة الأداء، وهذا التشخيص ليس مهمة سهلة ومن الأفضل أن يُعين الباحث كيفية التعامل مع هذه الناحية وذلك باستعمال عادة واحد من ثلاثة مناهج يتم مناقشتها فيما يلي:ـ

أ- العلاقة بين متغيرات القياس والأداء:

يُحدد العاملون في مجال الميكانيكا الحيوية عادة متغيرات القياس الخاصة ذات العلاقة بنتيجة الأداء على أساس المتغيرات المثبتة والمتوقعة على أساس تحليل ميكانيكي بسيط أو على أساس المنطق أو كما يُخصصه اللاعب أو المدرب. أو عن طريق تثبيت المتغيرات من تحليل علمي سابق، ربما يرتكز على اختبار الفرضية أو على نموذج رياضي ومحاكاة الأداء، وإن الجهد في هذه المناهج لا بأس به ومحدود بتوافر ورغبة الرياضيين ذوي المستوى العالي ولاعبي المنتخبات الوطنية للمشاركة في البحوث التجريبية وبالتالي توافر النموذج للفعاليات والألعاب الرياضية وبالرغم من أنها ليست مناسبة مثالياً للبحوث التجريبية فإن البيانات المستخرجة من الدراسات المسحية تستعمل أحياناً بنجاح لاختبار الفرضيات أو للمساهمة في تعريف وتحديد نماذج الأداء.

من تلك المتغيرات التي يتوقع أن يكون لها صلة مبنية على تحليل ميكانيكي بسيط هي قياسات الموقع (مثل نقطة الانطلاق من عارضة العقلة في الجمباز أو مسار العمود الحديدي في رفعة الخطف عند رافعي الأثقال) والسرعة (كما في العدو السريع) ومعايير انطلاق الدفع (كما في الألعاب أو المهارات التي يكون بها دفع الجسم أو الأداة لتحقيق مسافة أفقية أو عمودية كما في فعاليات القفز والرمي ومهارات القفز والرمي بكرة القدم) والزخم الزاوي للجسم ككل (كما في الجمباز الذي يتطلب مرجحة ولف الجذع والغوص والترامبولين أو في كرة القدم عند مهارة ضرب الكرة بالرأس).

تتعلق هذه البيانات عادة بالبيانات المعيارية المتوفرة للمستوى الأدائي والرياضي

مثلاً ذكور وإناث وناشئين وشباب ومتقدمين وبالرغم من أنه في عدة فعاليات وألعاب يوجد كم كبير من هذه البيانات المنشورة لتغطية كل مجالات الأداء.

بما أن المهارات الرياضية أصبحت أكثر تعقيداً فإن العاملين في مجال الميكانيكا الحيوية استعملوا نهجاً منطقياً مبنياً على معلوماتهم حول الميكانيكية والتفاعل بين الأجهزة المعقدة والمهارة الرياضية للمساعدة في تشخيص المتغيرات الرئيسة للقياس، هذا المنهج غير أكيد ولكنه مُستعمل بصورة عامة وواسعة ويحتاج إلى معرفة جيدة حول الرياضة وهذا المنهج مستند على "مبادئ الحركة" الأكيدة وبينما هذه المبادئ غالباً ما يتم اقتباسها فإن هناك محاولات قليلة من قبل العاملين في مجال الميكانيكا الحيوية لتوضيح هذه المبادئ والاتفاق عليها ولخلق قاعدة تحليلية قوية منها لأجل التقييم في الميكانيكا الحيوية للأداء، مثلاً أحد "مبادئ الحركة" هو ذلك الخاص بإنتاج سرعة عالية لنقطة النهاية عن طريق حركة متعددة للمكوّن (كما في رمي الرمح ومهارة الركل بكرة القدم والإرسال في التنس) حيث يُعتقد بصورة كبيرة حدوث تتابع في المسافة فهناك دليل لتأكيد حدوث مثل هذا التتابع ولكن البحوث الحديثة أظهرت بأن العملية ربما تكون أكثر تعقيداً كما يُعتقد للوهلة الأولى وخاصة بالنسبة لحركة الأطراف.

في تحليل لضربة الإرسال في التنس أقترح Sprigings. et al. 1994 طريقة لتحديد نوعية الدوران المحوري للذراع الضاربة (العضد والساعد) مبنياً على تحليل حركي ذو ثلاثة أبعاد تبين أن هذه المتغيرات كانت مكونات رئيسية للسرعة النهائية لمقدمة المضرب، وهكذا فإن من الواضح أنه دون المعلومات الحديثة وإمكانية الاستفادة من التحليل ثلاثي الأبعاد لقياس المتغيرات الميكانيكية ضمن محاور الحركة الثلاث الرئيسة، فإن أي منهج "منطقي" ربما يستعمله العاملين في مجال الميكانيكا الحيوية لتحديد المتغيرات الرئيسة لألعاب المضرب لن يكون مضبوطاً، وهناك بعض النصائح الناجحة المأخوذة من أعمال اتخذت هذا المنهج. وصف Hay and koh 1988 تحليلاً لمرحلة التقرب في الوثب الطويل والوثبة الثلاثية استعملوا المنطق لتقرير المقياس الأفضل لتحديد فيما لو يستعمل الواثبون إستراتيجيات سيطرة بصرية أو مبرمجة للسيطرة على ركضة التقرب حيث كانوا قادرين على تشخيص الواثبين الذين كان لهم تقرب مبرمج

جيد أو رديء وأولئك الذين كانوا قادرين أو غير قادرين على تزويد هذا ودعمه بإستراتيجية سيطرة بصرية أثناء الخطوات القليلة الأخيرة، على أساس هذا التحليل أستطاع هذان المؤلفان أن يُقدما نصائح تدريبية خاصة لأولئك الرياضيين الذين احتاجوا إلى تطوير قابلياتهم لتقليل الأخطاء، في النهاية فإن أفضل المتغيرات هي تلك التي أثبتت منفعتها.

ففي إحدى دراسات المؤلف (2001) عن مهارة التهديف بكرة القدم وجد أن أهم المتغيرات المؤثرة في الأداء هي:- (زاوية مفصل القدم للرجل الراكلة وزاوية مفصل الركبة للرجل الراكلة وزاوية ميلان الجذع والسرعة الزاوية والمحيطية للرجل الراكلة وزاوية وسرعة طيران الكرة).

أما مهارة الرمية الجانبية فقد رأى المؤلف بإحدى دراستهِ (2010) أن من المتغيرات ذات الأولوية بالتأثير هي (السرعة الزاوية والمحيطية لمفاصل الكتف والمرفق والرسغ وارتفاع نقطة الانطلاق وزاوية وسرعة طيران الكرة إضافة إلى مسافة الرمي).

بينما يتطلب من العاملين في مجال الميكانيكا الحيوية أن يقيسوا المتغيرات التي يحددها المدرب أو اللاعب إضافة إلى الخبراء والمختصين في مجال اللعبة ومن المحتمل أن تكون هذه القياسات وصفية للفعل أو الحدث كأمور تقع مؤقتاً، لذا فإن للعاملين في مجال الميكانيكا الحيوية واجباً يؤدونه ليوصلوا بين المتغيرات الخاصة والأساس النظري المناسب ويساعد هذا في تبرير قياساتهم وربما يؤدي إلى متغيرات أخرى تم تشخيصها بأنها ذات علاقة بالأداء وأن إيجابية هذه المناهج هي أنها مباشرة مما يعني أن النتائج مفهومة من قبل اللاعب والمدرب إلّا أن من مساوئها هو إمكانية تحديد متغيرات غير صحيحة أو إهمال متغيرات رئيسة مهمة في الأداء الرياضي.

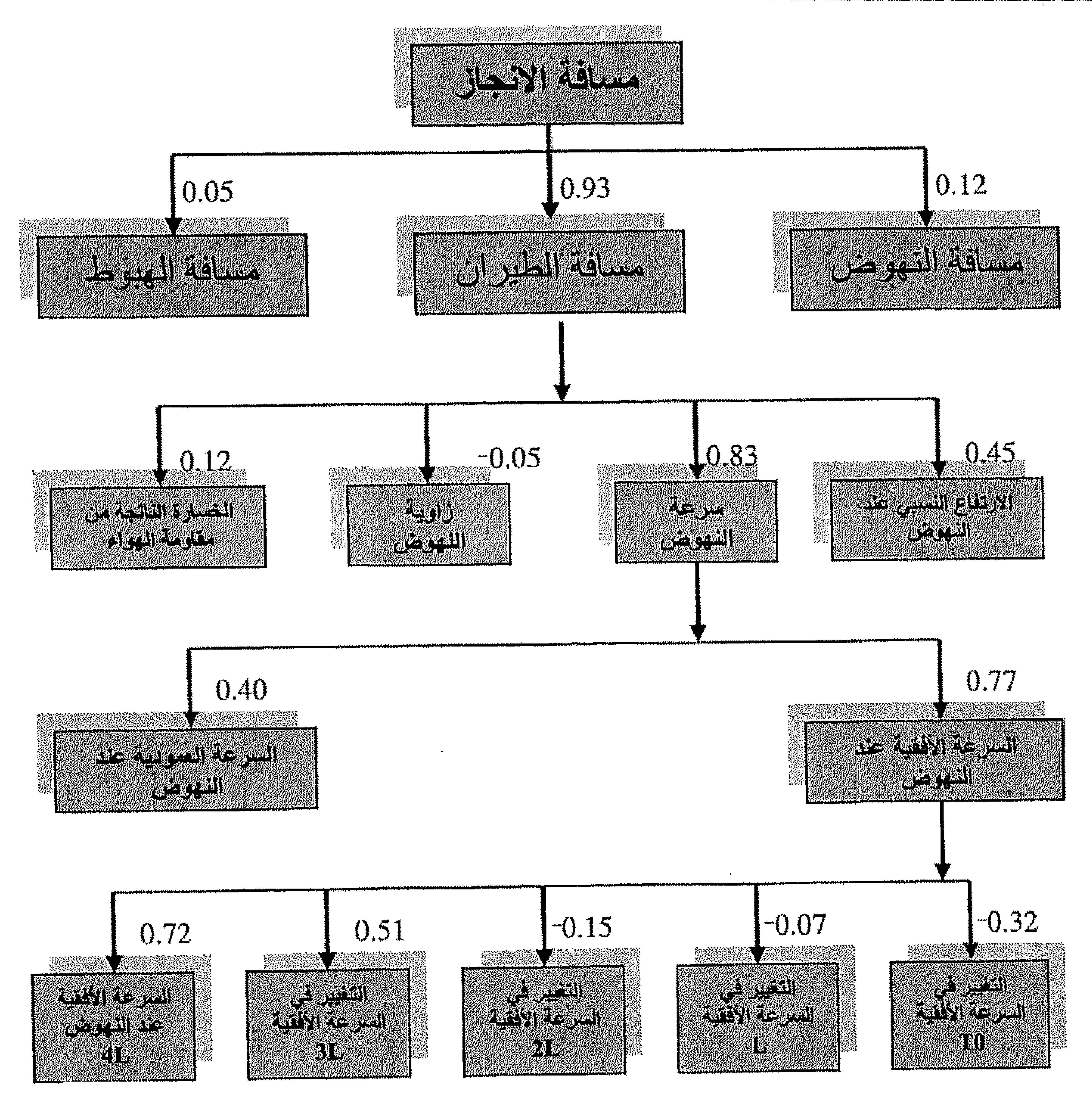
ب- <u>العلاقة مع الأداء المبني على إطار نظري:</u>

توجد أطر نظرية لإرشاد عملية تشخيص متغيرات القياس الرئيسة ولكن عادة لا يستعملها العاملون في مجال الميكانيكا الحيوية، أحد أشهر الأطر الموجودة هو إطار التحديد الهرمي المستند على حاصل الأداء الذي أوجده Hay et al. 1986 حيث يشخص هذا المنهج نتيجة الأداء وبعد ذلك في المستوى التالي للهرم يُحدد العوامل الميكانيكية التي تعتمد عليها نتيجة الأداء، تتكرر هذه العملية إلى أن يتم تحديد كل

العوامل ذات الصلة.

مثال على ذلك أنظر إلى الوثب الطويل الموضح في الشكل (25) حيث تُقسم مسافة الانجاز إلى مسافة النهوض ومسافة الطيران ومسافة الهبوط، ويكون الأهم من هذه المسافات هي مسافة الطيران ولذلك يتم تطويرها في المستوى التالي حيث يتم تحديد الطيران بمعايير الانطلاق الخاصة بالارتفاع وزاوية وسرعة النهوض بالإضافة إلى مقاومة الهواء، ويتقدم هذا الإطار إلى أنه يمكن من خلاله تحديد كل العوامل التي تؤثر على الأداء.

إنّ إيجابية هذه الطريقة هي أن الطرح على شكل مخطط يسمح أن ترى كل العوامل ذات الصلة بالأداء وبلمحة واحدة، وان العلاقة بين كل عامل تكون مستندة على مبادئ ميكانيكية ثابتة وقوية، حاول Hay et al. 1986 أن يثبتوا كيف أن هذا المنهج فعال وقوي للوثب الطويل وذلك بتثبيت العلاقة بين كل من العوامل التي تم تشخيصها، حيث وجدوا أنه يوجد بالحقيقة علاقات قوية بين بعض هذه العوامل ويدل على ذلك معاملات الارتباط الموجودة إلى جانب الخطأ الذي يربط بينها وكما في الشكل (25). وهناك انجذاب كبير إلى منهج من هذا النوع وذلك يرجع بصورة كبيرة إلى حقيقية أن أسس النموذج تستعمل مبادئ مثبتة بصورة جيدة.



تدل هذه الرموز(4L,3L,2L,L) الى الخطوة الأولى والثانية والثالثة والرابعة قبل النهوض على التوالي بينما(T0) تشير إلى النهوض.

شكل25

يوضح نموذج تقييم أداء الوثب الطويل

والارتباطات بين المتغيرات المنتخبة.

← الربط الإحصائي بين متغيرات الأداء ونتيجة الأداء .

بالنسبة للعديد من المهارات المعقدة يكون التحليل الميكانيكي البسيط غير نافع لتحديد متغيرات الأداء الرئيسة، وإنّ التعقيد ربما يجعل المنهاج المنطقي صعباً وقد يكون مستحيلاً.

وفي هذه الظروف هناك محاولة لتشخيص متغيرات القياس الرئيسة وذلك بقياس عدد كبير من متغيرات الأداء وبتشخيص تلك المتعلقة بنتيجة الأداء باستعمال الأساليب الإحصائية.

ومن الممكن أن تكون حالة الأحتواء متغيرات محددة من نتائج دراسة سابقة وأطر نظرية ومعرفة بالمهارة والجدل المنطقي، فإذا كان تحقيق قادراً على استعمال أثنين أو أكثر من مجاميع القابلية (مثلاً لاعبين وطنيين مقابل لاعبين دوليين) وقد نعطي الفروقات بين المتغيرات المقاسة لكل مجموعة دلالة على أي مُتغير هو الأكثر حساسية لنتيجة الأداء، مثال على ذلك إحدى دراسات المؤلف(2001) حيث درس الفروقات الحاصلة بين المتغيرات الكينماتيكية المقاسة لهدافي أندية الدرجة الممتازة بكرة القدم للدوري العراقي أثناء أداء التهديف بالقدم قبل وبعد أداء الجهد البدني وقد تم أيضاً إيجاد أي المتغيرات أكثر تأثراً بالجهد البدني.

بالتبادل إذا تم إستقصاء مجموعة متجانسة صغيرة فيتم عادة استعمال أساليب إرتباط متعددة لتحديد متغيرات الأداء الرئيسة وأهميتها النسبية. يُشكل تحديد المتغيرات بهذه الصورة البحث التطبيقي وتُعتبر المقالات والدراسات التي تذكر هذه البيانات مصادر ثمينة.

ذكر Takei 1991 المتغيرات فيما يخص لاعب جمباز يؤدي قفزة زانة عالية إجبارية في الألعاب الأولمبية عام 1988 حيث تم جمع (29) متغير من مرحلة غرس عصا الزانا في صندوق القفز و(46) متغير تم جمعها من مرحلة ما بعد الطيران، وكان مع كل من هذه المتغيرات الخمسة والسبعون بيانات مشابهة تم جمعها من بطولات وطنية في الولايات المتحدة عام(1997) وقد تم استخراج بعض هذه المتغيرات من تحليل تحديدي بينما يبدو أن الأخرى تم اختيارها على أساس علاقتها بالفعل أي من وجهة نظر المنهج "المنطقي".

أستطاع Takei 1991 من هذه أن يشخص ويُحدد بإن الرياضيين الأولمبيين أنتجوا تقوس أكبر للعصا وحققوا ارتفاع أعلى وأنتجوا أوقات طيران أكثر من اللاعبين الوطنيين.

يكون مثل هذا التحليل مساعداً على تحديد أي المتغيرات يستحق التطوير من

قبل لاعب الجمباز أثناء التدريب وعلى التركيز على قياسات تلك الموجودة في التحليل التالي ربما كجزء من عملية مراقبة ذات مقطع طولي.

المثال الثاني هو من عدي جاسب حسن وعصام الدين شعبان علي (2009) اللذان درسوا البناء العاملي للمتغيرات الكينماتيكية للارتكاز الفردي والمزدوج المساهمة في المستوى الرقمي لرمي الرمح على بعض المشاركين في البطولة الدولية التي أقيمت في مدينة هلا الألمانية. وتم تحديد(21) متغير كينماتيكي أدخلت للتحليل العاملي وتم التوصل إلى سبعة متغيرات كينماتيكية هي أكثر مساهمة في المستوى الرقمي لرمي الرمح، وأكدا على الاهتمام الجاد بسرعة انطلاق الرمح كونه متغيراً أساس ومهم في الحصول على مسافة الانجاز.

وفي دراسة للمؤلف (قيد النشر) هدفت إلى التعرف على أكثر المتغيرات الكينماتيكية مساهمة في فاعلية التهديف بكرة القدم، فضلاً عن التنبؤ بفاعلية التهديف بكرة القدم بدلالة بعض المؤشرات الكينماتيكية. إذ تم التوصل إلى أن متغير السرعة المحيطية للرجل الراكلة من المتغيرات الكينماتيكية الأكثر مساهمة في فاعلية الأداء بنسبة(84.3٪)، وتكون هذه المساهمة أكبر(90.5٪) بحال مزاوجة هذا المتغير مع متغير زاوية القدم للرجل الراكلة. وقد أمكن التوصل إلى معادلتين لخط الإنحدار التنبؤية لفاعلية التهديف، الأولى بدلالة السرعة المحيطية للرجل الراكلة وهي:-

فاعلية التهديف= ⁻ 3.849 + (3.939 X السرعة المحيطية للرجل الراكلة)

والثانية بدلالة السرعة المحيطية للرجل الراكلة وزاوية مفصل القدم للرجل الراكلة وهي:-

فاعلية التهديف= - 31.019 + (3.582 X السرعة المحيطية للرجل الراكلة) + (0.237 X زاوية مفصل قدم للرجل الراكلة)

وفي بعض الحالات المهمة ترتبط متغيرات القياس أحصائياً بنتيجة الأداء ولكن تفسير وظائفها بقي غير واضحاً، وفي مثل هذه الحالات لا يزال بالإمكان أن يكون متغير التنبؤ مفيداً ضمن السياق التطبيقي حتى لو كانت أسسه غير أكيده، مثال على ذلك علاقة ارتباط نقطة مفصل الورك عند الدفع الأول مع الإزاحة الأفقية لنقطة مفصل

الورك قبل وبعد الطيران عند أداء مهارة التهديف بالرأس من القفز والتي دلت على أنها علاقة موجبة، والمثال الآخر هو العلاقة بين سرعة ركضة التقرب ومسافة الانجاز في فعالية الوثب الطويل والوثبة الثلاثية التي يتبين أنها أفقية خطية على مدى واسع من سرعات التقرب، وعلى أية حال ليس هناك سبب واضح لماذا يجب أن تكون هذه العلاقة أفقية خطية كونها نشاط قذف فإن المسافة المقطوعة يعرف عنها بأنها معتمدة على مقاييس النهوض بصورة كبيرة وبذلك تكون معتمدة على مربع سرعة الانطلاق.

ليس هناك علاقة واضحة بين سرعة التقرب وسرعة النهوض راجعة إلى الطبيعة المعقدة للتفاعل بين اللاعب ولوحة الارتقاء أثناء التماس عند الوثب، ربما كلما زادت سرعة التقرب كان هناك خسارة أكبر للسرعة راجعة إلى النزول أو أن هناك زيادة صغيرة تناسبياً في المكون العمودي للسرعة عند الانطلاق.

مهما يكن التفسير فإنه من الملفت للنظر أن هذا التفاعل المعقد يؤدي إلى علاقة أفقية خطية واضحة. إنّ قياسات سرعة التقرب في القفز هي موضوع لقياس منتظم في فعاليات وألعاب رياضية أخرى كما في مهارة التهديف بالرأس من القفز في كرة القدم حيث وجد أيضاً أن هناك علاقة خطية أفقية بين السرعة الانتقالية للجسم وسرعة الانطلاق.

إنّ إيجابيات هذا المنهج الإحصائي هو أنه يساعد على تطوير تفهم اللعبة أو الفعالية بشكل أوضح وأدق ويركز الاهتمام على المتغيرات التي لم تُعرف سابقاً على أنها مؤثرة، أما الأمر السلبي فيها فهو أن جهداً كبيراً يكون مطلوباً لتثبيت نموذج أداء لإرشاد التحليل وإن لم يكن ذلك متوفراً فيتطلب الأمر برنامج بحث تطبيقي ساند.

ثالثاً:- استراتيجيات التداخل:

بعد أن نقوم بجمع المعلومات حول متغيرات الأداء الرئيسة فإن العامل في المجال الميكانيكا الحيوية يكون له دور يلعبه في تفسير هذه البيانات مُشخصاً النواقص في الأداء ويُنصح بالتدخل المناسب وان إستراتيجيات التدخل لتحسين الأداء باستعمال بيانات الميكانيكا الحيوية ليست موثقة بها بصورة جيدة في الأدبيات الرياضية ولكنها بصورة عامة يمكن تحديد منهج ذو أربعة مراحل:-

المرحلة الأولى:

هي تشخيص النواقص في الأداء من تقييم البيانات التي تم جمعها، يُشار إلى هذا أحياناً بـ"تشخيص الأخطاء"، ربما يتحرى العامل عن النواقص ذات الطبيعة الفنية ولكنه يحتاج إلى أن يكون عارفاً بأنه ربما يكون لذلك سبب بيولوجي مُتضمن مثلاً مدى الحركة أو القوة في المفصل.

هناك أمثلة لمهارات متنوعة مُعطاة في الأدبيات المكتوبة عن الموضوع ذات النماذج المقابلة لذلك، تكون هذه النماذج بصورة عامة مفصلة وتحتاج إلى معرفة ميكانيكية ورياضية ومعرفة شخصية، ربما يعزى العاملون في المجال الميكانيكا الحيوية بسهولة لاستعمال منهج مبسط مبني على المعرفة والخبرة.

المرحلة الثانية:

وهي مرحلة تشخيص أي الإجراءات التي يُراد القيام بها لتصحيح النواقص المشخصة وقد اثبت أن هذه العملية مهمة صعبة جداً للعاملين في المجال الميكانيكا الحيوية.

ربما يكون هذا انعكاس لنقص في التدريب الذي يملكه العامل في مجال الميكانيكا الحيوية بالإضافة إلى الصعوبة المتأصلة المتصلة بهذه المهمة.

أصبحت المهمة صعبة لأن العديد من المتغيرات الميكانيكية المقاسة لا يمكن أرجاعها بسهولة إلى حوافز تدريبية ذات صلة، مثلاً إذا تم التحري في الأداء عن نقص

السرعة فإن هذا يمكن تصحيحه باستعمال تدخل بسيط.

إنّ تحسن السرعة يعتمد على التفاعل بين عوامل ميكانيكية وفسيولوجية وعصبية عضلية ونفسية متعددة وحالاً يزيد المهارة والمعرفة بالنسبة للعامل في مجال الميكانيكا الحيوية.

هناك حاجة واضحة لفريق متبع لمنهج من علوم متعددة للمساعدة في هذا الجزء من العملية التي تشتمل مثلاً على مهارات الاختصاصيين في السيطرة الحركية وعلم الفسيولوجيا وبقية العلوم الأخرى.

المرحلة الثالثة:

هي تنفيذ الإجراءات التصحيحية، إذ أنّ العامل في مجال الميكانيكا الحيوية بصورة عامة ليس الشخص الذي يقوم بذلك وأن تأثيره على نتيجة العملية ككل يزول. ينظر إليها عادة كمهمة متعددة العلوم وتكون مناسبة للمدرب أو مدرب اختصاصي آخر يعمل بصورة منتظمة مع المؤدي ويكون قادراً على توفير التغذية الراجعة المناسبة من أجل تحقيق النتيجة المرغوب بها.

من الواضح أن التدخل يحتاج إلى أن تكون له الأسبقية مع مراعاة الواجبات الأخرى المترتبة على المؤدي.

المرحلة الأخيرة:

هي لتقييم نجاح أو فشل هذه الإجراءات ولكنه قلمّا يُجرب إما من قبل العامل في مجال الميكانيكا الحيوية أو أولئك المشمولين بتنفيذ الإجراءات التصحيحية. أن محاولة إيجاد صلة بين التحسين مباشرة مع التدخل هو ضعيف حتماً لأن عدة عوامل تكون مفروضة على الأداء ووضع مهمة أي تحسين فقط على العاملين في مجال الميكانيكا الحيوية أمر نادر إلى حدا كبيرة.

وهذا ما يترك سؤالاً مهماً حول كفاءة التدخل لتحسين الأداء بالإستناد على تقييم العامل في مجال الميكانيكا الحيوية، فلن يكون من العدل الحكم على نجاح

الإسناد البيوميكانيكي بالتحسن أو بعدمه في نتيجة الأداء لأن هناك عدة عوامل تؤثر على ذلك.

كيف إذن يمكن الحكم على نجاح إسناد بيوميكانيكي؟ هذا موضوع معقد لم يُتفق على جوابه بصورة عامة لحد الآن ولكنه موضوع يحتاج للدراسة إذا ما أريد تطوير التقييم في الميكانيكا الحيوية في عالم المنافسات الرياضية.

عند وجود مناهج إسناد علمية فإن نجاح التقييم في الميكانيكا الحيوية يحكم عليها عادة من خلال شهادة المشاركين واقتناع الأشخاص الذين يهتمون بهذا العلم، بينما يكون لهذا ايجابيات فإن له أيضاً سلبيات ليس أقلها، هو الانحياز الناجم من ظروف معينة أو شخصيات الأفراد لذلك فمن الضروري بالنسبة للعامل في مجال الميكانيكا الحيوية أن يرى الحاجة إلى "الدليل المستند على الممارسة" في عمله كما هو المطلوب في عدة مواضيع إسناد علمية وعملية أخرى وأن يكون قادراً على توضيح منفعة خدمتهم في مرحلة واحدة أو عدة مراحل من العملية المؤدية إلى تحسين الأداء.

من كل ذلك نستطيع أنْ نستنتج أنَّ التقييم في الميكانيكا الحيوية يمكن أن يساعد في تحسين الأداء ولكن هناك نقص في الدليل المباشر لإسناد هذا الادعاء وخاصة بكرة القدم. إنّ الأجزاء المشمولة في تحقيق تحسن الأداء غير متطورة وتتطلب شمول مختصين آخرين، بمعنى ان المختصين في مجال الميكانيكا الحيوية قادرين بدقة من تحديد الأخطاء التي تعترض الأداء الحركي، لكن المشكلة تكمن في إشراك هؤلاء المختصين والاستفادة منهم في تصحيح هذه الأخطاء ولا يعني هذا ان يكون المختصين بمجال الميكانيكا الحيوية هم بدلاء عن المدربين بل هم جزء مهم وحيوي ومكمل للعملية التدريبية التربوية للارتقاء باللاعبين نحو أفضل المستويات. وهذا ما يقودنا إلى ان هناك عدم تأكد حول مدى تأثير التقييم في الميكانيكا الحيوية على العملية التدريبية بكرة القدم.

لذا فإن العاملين في مجال الميكانيكا الحيوية يحتاجون إلى العمل بصورة أكثر قرباً مع الآخرين في تثبيت وتحديد الدليل المستند على الممارسة.

الأسئلة التي تثار حول التقييم في الميكانيكا الحيوية بمدرسة كرة القدم:

إنّ من المواضيع المهمة في الميكانيكا الحيوية بكرة القدم عمل العضلات أثناء أداء المهارات الأساسية والعوامل البيئية المرتبطة بها، فأساس التعلم الحركي بالمدارس الكروية هو التركيز على وظيفة العضلات وتنظيم الوظائف العضلية العصبية، والتي يكون نتاجها الفعلي هو تطبيق المبادئ والأسس البيوميكانيكية للمهارات الأساسية في ظل ظروف المباراة والتي تعكس عن مدى وصول المدرب لأهدافه المنشودة، ورغم هذا إلّا ان الكثير من المدربين والمختصين بمجال المدارس الكروية يبادرون بطرح بعض الأسئلة التي تدور حول المستويات المتقدمة للميكانيكا الحيوية التي تنطبق على كرة القدم، ومنها على سبيل المثال:-

- ❖ كيف يمكن تطبيق المبادئ الميكانيكية الحيوية في تعليم وتدريب المهارات الأساسية في كرة القدم؟
- ❖ ما هي المبادئ الميكانيكية الحيوية الأساسية في ممارسة كرة القدم؟
- ❖ كيف نحدد الأخطاء للأداء الحركي بكرة القدم؟
- ❖ ما هي الأنماط الحركية لأداء المهارة الفنية؟
- ❖ كيف نقوم بتحليل كمي بسيط للمهارات الفردية والمهارات الفرقية أثناء الممارسة؟
- ❖ كيف يمكن أن تعمل آلية تصحيح الأخطاء بكفاءة في الممارسة منفصلة عن وجهة نظر المدرب واللاعب بحيث تسير على النحو الأتي:

الاستيعاب⇦الذاكرة⇦المقارنة⇦للأداء الصحيح⇦تصحيح⇦ذاكرة لوقت قصير⇦اكتساب⇦ذاكرة مستقرة⇦أداء مهاري.

- ❖ ما هو نوع الدراسات الكمّية التي يحتاجها تدريب اللاعبين الموهوبين للتقدم باللعبة في المستقبل؟
- ❖ كيف نطبق البحث الكمي عند أختيار الفريق وما هي القياسات التي نستعيدها؟

- ❖ كيف نطوّر معدات وتجهيزات اللاعبين وبما يتناسب مع قابلياتهم الجسمية وتغيير ظروف البيئة؟
- ❖ ما هي أفضل الأساليب والوسائل الإحصائية المستخدمة بعملية انتقاء وتحديد المواهب الكروية وتصنيفهم وفق العوامل المؤثرة بالأداء المهاري المميز (كاستخدام التحليل العنقودي والتمييزي)؟
- ❖ كيف نفسر كل نتائج بحوث الدراسات الرياضية وكيف نطبّق هذه النتائج على لاعبي المدارس الكروية؟

كل هذه الأسئلة وغيرها تحتاج إلى فعل جاد للإجابة عليها وقد تحتاج هذه الإجابات إلى التداخل بين علوم التربية الرياضية المتنوعة أو بقية الاختصاصات المختلفة، ورغم هذا إلّا أن هناك معرفة موضوعية قليلة متوفرة لنقول ما هي أفضل طريقة لتدريس أو تعليم وتدريب كل المهارات الفردية في كرة القدم.

ومن خلال ذلك فلابد من تطبيق النظريات المعروفة في التعليم ويتم إنشاء طرق تدريس أو تعلم أو تدريب بذلك ومقارنة النتائج المتحققة من ذلك، وعلى أي حال إنّ النجاح في منافسات البطولات العالمية والاولمبية المختلفة يعكس لنا أن النظام التعليمي الإجمالي يشتمل على الكمية الإجمالية لعينة اللاعبين في كرة القدم واختيار اللاعبين الموهوبين وتنظيم كرة القدم في المدارس والنوادي وتعليم وزيادة خبرة المدربين وكمية ونوعية التدريب الفردي العام والخاص.

الفصل الثالث

التحليل البيوميكانيكي لمهارة الركل

الفصل الثالث

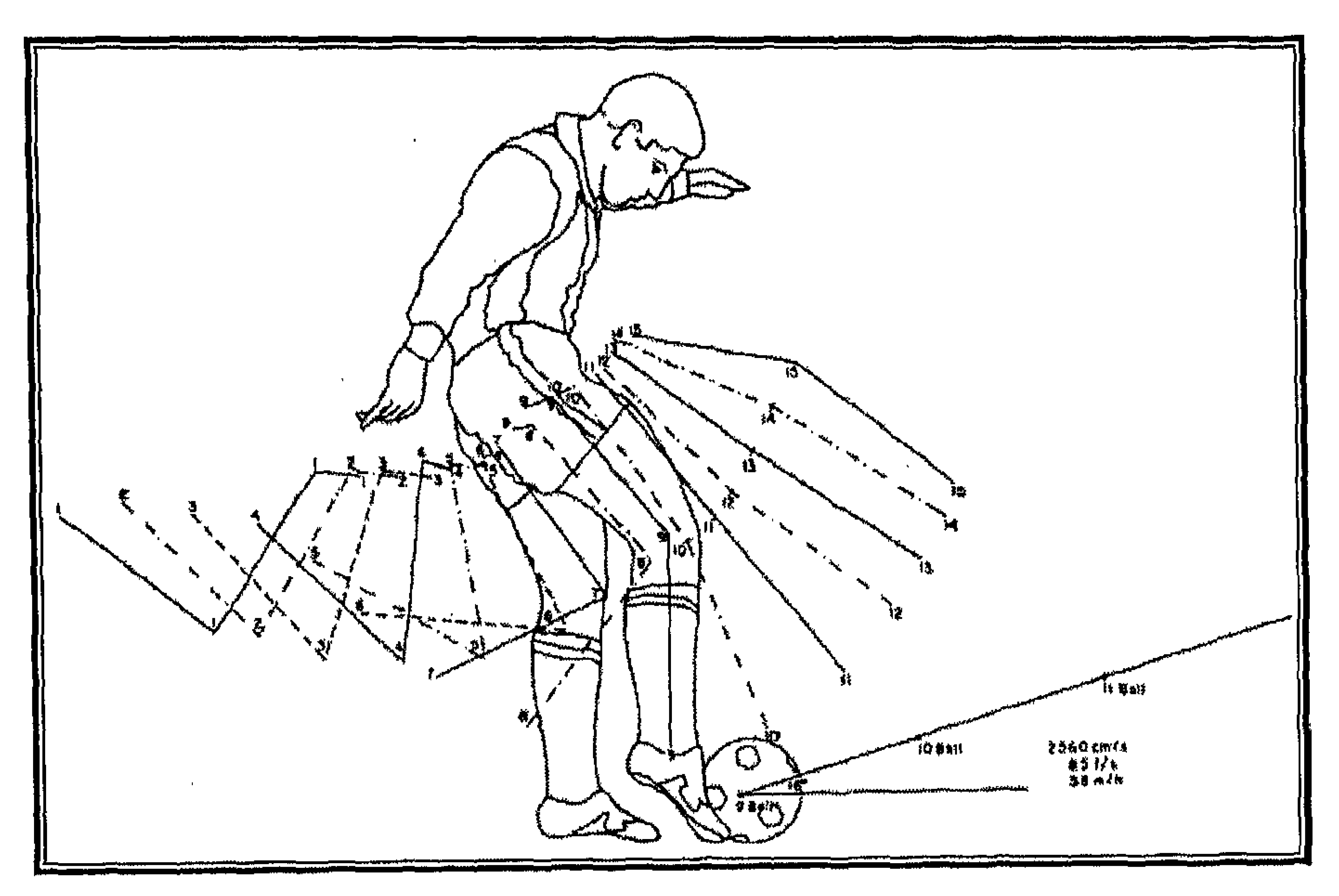
التحليل البيوميكانيكي لمهارة الركل

المراحل الفنية لمهارة الركل:

هناك العديد من المهارات التي تكّون القاعدة الأساس التي تبنى عليها النواحي الفنية وتعد مهارة ركل الكرة بالقدم واحدة من أهم هذه المهارات، لذا حظيت بجزء كبير من حيز مؤلفنا هذا، حيث ساعدت أساليب التحليل النوعية والكمية على تسهيل تحديد المزايا العامة لتلك المهارة ومعرفة خصائصها ومراحلها وكذلك معرفة الجوانب المتعددة التي تشارك وتتحكم في هذه المهارة.

إنّ الأساس المهاري في لعبة كرة القدم هو التمرير والتهديف والتشتيت وتعتبر مهارة ضرب الكرة بالقدم (الركل) من أكثر المهارات استخداماً على الإطلاق خلال مباريات كرة القدم.

وتتصف حركة الركل بإنها ذات أسلوب تكنيكي معقد وتمتلك خصائص ميكانيكية حيوية كثيرة ومتنوعة ولغرض الإيضاح يمكن ملاحظة الشكل (26). وقد أثبتت الدراسات إنّ إتقان مهارة الركل يحتاج إلى وقت طويل وابتداءٍ من الأعمار المبكرة.



شكل26

يوضح حركة الركل بكرة القدم*.

ومن أجل إنّ يكون الأداء متكاملاً يجب تقسيم المهارة إلى مراحل مترابطة، حيث اتفق بعض الباحثين على تقسيم المهارة إلى ثلاث مراحل هي المرحلة التحضيرية، والمرحلة الرئيسة، والمرحلة النهائية.

أما البعض الآخر فقد قسموا المرحلة الرئيسة إلى قسمين هما المرجحة وضرب الكرة لذلك فقد اتفقوا على تقسيم المهارة إلى أربعة مراحل هي مرحلة التعجيل ومرحلة المرجحة ومرحلة ضرب الكرة ومرحلة نهاية حركة الضربة.

وفيما يأتي تحليل لكل مرحلة من هذه المراحل.

1. **مرحلة التعجيل**: إنّ المرحلة الأولى تهيئ اللاعب لأداء المرجحة والتماس مع الكرة، وهذه المرحلة تخدم القسم الرئيس من الواجب الحركي وتعمل للحصول على ظروف اقتصادية لخدمة الواجب الحركي وتهيئة القوة اللازمة للأداء الحركي. وتتكون هذه المرحلة من ركضة تقريبية باتجاه ضربة الكرة حيث أنه من مميزات كرة القدم هو

* نقلا عن Lees and Nolan.(1998)

التقرب للكرة بخطوة أو أكثر من خطوة الذي يتخذه اللاعب لركل كرة مستقرة، حيث أنّ هذا التقرب يساعد الرجل الراكلة من أن تتمرجح في المستوى الجانبي بحيث أنّ القدم يمكن أن توضع بصورة أكثر استقراراً تحت الكرة وبذلك تحقق تلامس أفضل معها، لذا فإن هذا التقرب يسمح للمفاصل أن تؤدي مسافة أو مساراً تعجيلياً أطول وبالتالي سوف تحقق مستوى أفضل في الأداء.

2. **مرحلة المرجحة**: بعد أن ينتهي لاعب كرة القدم من تعجيله باتجاه الكرة فإنه يوقف حركة جسمه المتجه للأمام عن طريق تثبيت الرجل اليسرى (بالنسبة للاعب الذي يستخدم قدمه اليمنى في الركل) للارتكاز عليها وإيقاف الحركة الانتقالية للجسم وفي اللحظة التي يتصل فيها عقب اللاعب بالأرض تبدأ الحركة التدريجية في إرجاع الرجل الراكلة للخلف وهي مثنية مع تغطية قدم الارتكاز الأرض كاملة والتي تصبح بموجبها الحركة أكثر اتزاناً كونها مرتكزة على القدم كلها وليس على حافة العقب الخلفية.

وقد تباينت وتعددت الآراء فيما يخص الوضع المناسب لقدم الارتكاز فمنهم من يقول إنّ الوضع المناسب لقدم الارتكاز يكون على يسار الكرة وفي نفس مستواها، والبعض الآخر يقول بإنها تكون على يسار الكرة وخلفها قليلاً، فقد يكون وضع قدم الارتكاز على بعد (38 سم) خلف مركز ثقل الكرة وعلى بعد(37 سم) على الجانب من مركز ثقل الكرة، وقد اقترحLees and Nolon,1998 موضعاً من (5– 28 سم) خلف مركز ثقل الكرة.

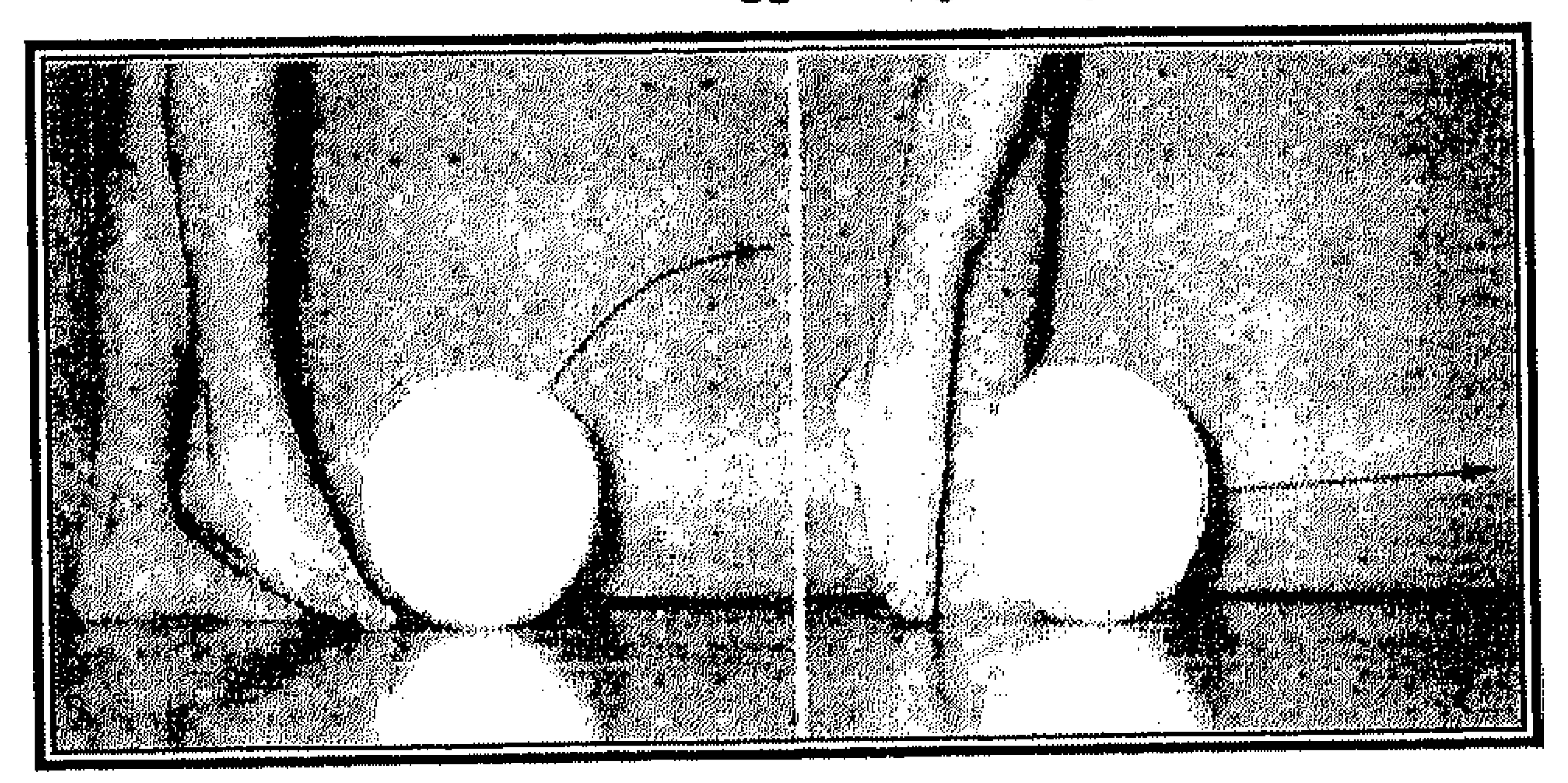
وعلى الرغم من عدم وجود معايير ثابتة حول ذلك إلّا أن وضع قدم الارتكاز إلى يسار الكرة ومتأخرة قليلاً عنها يعطي فائدة ميكانيكية كبيرة في خدمة الأداء الحركي وذلك لأن جسم اللاعب سيكون في أفضل وضع ميكانيكي محققاً اقل عزم للدوران باتجاه الخط العمودي النازل على قدم الارتكاز مما يساعد ذلك بانتقال الطاقة الحركية إلى الرجل الراكلة والتي تنتقل بدورها إلى الكرة، لذا فإن وضع قدم الارتكاز تقررها وظيفة ونوع الركل المنجز.

إنّ مرحلة المرجحة تعد واحدة من أهم أسباب تحديد الضربة الرئيسة ليس من خلال الديناميكية المتفاعلة بين كتلة الجسم والأطراف السفلى مع الجذع ولكن مع إيجابية

الحركة من خلال قوة رد الفعل العضلي والذي تحدده الخاصية المطاطية في العضلات لثني مفصل الفخذ للرجل الراكلة وكذلك القوى الدافعة التي يحصل عليها الجسم من جراء مرجحة الرجل الراكلة وحصولها على القوة الحركية الدافعة، وهنا يمكن أن ننظر إلى مرجحة الرجل الراكلة كرد فعل حركي يتطابق مع قانون الديناميكا الثالث.

أما الغرض من ثني الرجل الراكلة من مفصل الركبة هو لتقصير طولها الذي يمثل نصف القطر في الحركة الزاوية، لهذا فإن السرعة الزاوية للقدم الراكلة تحصل على سرعة عالية كلما قصر طولها (نصف القطر) أي أن السرعة الزاوية تتناسب عكسياً مع نصف القطر مسبباً انتقال الزخم من الرجل المرجحة خلفاً ثم أماماً إلى الكرة الذي يعطي بدوره تعجيلاً وكمية حركة كبيرة تنقلان للكرة.

3. **مرحلة ضرب الكرة:** في هذه المرحلة تظهر العلاقة الديناميكية بين القدم والكرة فكلما كانت كمية الحركة للرجل الراكلة كبيرة استطاع اللاعب أن يضرب الكرة بمدى ابعد، إنّ الكرة تتحرك باتجاه القوة أثناء التصادم فإذا كانت في المركز حدثت حركة خطية مستقيمة وإذا ما كان التصادم إلى الأعلى أو الأسفل أو على الجانب فإنها تحدث حركة دائرية حول محورها.



شكل27

يوضح اتجاه القوة أثناء التصادم.

ويمكن تعريف الضربة ميكانيكياً بإنها التفاعل النهائي لحلقات الجسم المختلفة سواء الأرتكازية أو العاملة مع الكرة، أي الفعل والنتيجة التي يصل إليها التفاعل الميكانيكي بين الجسم والكرة، فهي ظاهرة فيزيائية هدفها بلوغ السرعة القصوى إلى الكرة بوقت قصير جداً.

فبعد أن تكون الرجل الراكلة قد وصلت إلى اللحظة الأخيرة قبل ملامستها للكرة فإنها تكون ممدودة بأقصى درجة ممكنة، وان هذا الأمر يساعد القدم على أن تبلغ أقصى سرعتها وذلك وفقاً للعلاقة الآتية:

السرعة المحيطية = السرعة الزاوية × نصف القطر

أي أن السرعة المحيطية تزداد بزيادة طول نصف القطر وهذا ما يحدث عندما تمتد الرجل الراكلة إلى أقصى مدى لها مسببة إطالة في نصف القطر لزيادة السرعة المحيطية، لذلك نلاحظ أنه في المرحلة الثانية كان هناك تقليل في نصف القطر لزيادة السرعة الزاوية أما في المرحلة الثالثة فكان هناك العكس وذلك لزيادة السرعة المحيطية.

ولكي يتم زيادة السرعة المحيطية للرجل الراكلة لابد من زيادة نصف قطر الدوران وماله من اثر بالغ في زيادة سرعة أطلاق الكرة وذلك من خلال التغيير الكبير في كمية حركة الرجل الراكلة لأن الكرة تتغير حركتها طبقاً لمقدار القوة الزمنية (الدفع) أي أن الضربة القوية على الكرة تتم بمقدار مساو لكمية المرجحة والتعجيل لتتم الضربة بها أو التصادم مع الكرة وبذلك سوف تحصل الكرة على الطاقة الحركية والتي تعتمد على المعادلة الآتية:

الطاقة الحركية = ½ الكتلة × مربع السرعة

لذلك يجب أن تكون القوة التي تحصل عليها الكرة من القدم الراكلة قادرة على تحريك الكرة بتعجيل كافٍ وذلك لأن الكرة تتحرك بتعجيل يتناسب طردياً مع محصلة القوى المؤثرة، فلكي تحصل الكرة على قوة كافية للتغلب على قصورها الذاتي تكون أكثر اقتصادياً عندما تكون تلك القوة بسرعة كبيرة لأن القوة ميكانيكياً يكون تأثيرها كبير عندما تؤدي بسرعة عالية وهذا ما يؤدي على حصول الكرة على زخم عالي عند الحركة.

4. **مرحلة نهاية حركة الضربة:** تبدأ هذه المرحلة من لحظة التماس بين الكرة والقدم الراكلة حتى لحظة كسر التماس بينهما، فبعد انتهاء المرجحة الأمامية وامتداد الرجل الراكلة تحدث عملية الاتصال بين القدم الراكلة والكرة ثم تتجه الرجل الراكلة إلى الأمام بحكم الزخم الحركي الناتج لرد فعل الشد العضلي وإن أي توقف لهذا الانتقال الحركي للقوة الحركية ينتج عنه كسر وتوقف للقوة المنقولة، لذا فإن النقل الحركي للقوة يجب أن يحدث بانسيابية تامة دون أي توقف في أداء الركلة.

فأثناء ترك الكرة للرجل الراكلة يحدث التغير في شكل الرجل الراكلة ويستمر التغير لحين بقاء السرعة النسبية لحلقات الرجل الراكلة المستمرة في الحركة حتى تساوي صفراً، بعدها يبدأ التغير في المرونة بالظهور وتظهر القوة المتمثلة بالمرونة لإرجاع الرجل الراكلة إلى وضعها الأولي، أي إعادة الشكل الأولي بفعل القوة المرنة* وتحدث المرونة الرجعية بسبب السرعة الابتدائية للكرة بعد الركلة، ومن هذه السرعة يتعلق مسار الحركة لطيرانها مطابقاً مع القوانين الحركية للجسم المقذوف بزاوية مع الخط الأفقي لذلك بعد انكسار الاتصال بين القدم الراكلة والكرة سوف تتجه القدم إلى الأمام بعدها تتوقف نتيجة الارتداد أو إنثناء قدم الارتكاز للأعلى مسبباً تعطيلاً في الحركة الأمامية للجسم والرجل الراكلة.

* وهي القوة التي تعيد الجسم الى شكله الاصلي بعد زوال القوة المسببة لتغيير شكله وطوله الاصلي وعند رفع القوة عنه يعود الى شكله وطوله الاصلي وذلك بسبب قوة المرونة بشرط عدم تجاوز حد المرونة.

كينماتك الركل:

إنّ حركة الركل في كرة القدم هي نسبياً سلسلة من الحركات المتأرجحة، ففي هذه الحركة يكون الهدف هو الإنتاج خلال السلسلة الكينماتيكية لمكونات الجسم والسرعة الزاوية العالية للقدم، وهكذا فإن طول الجسم وأطوال مكونات الجسم المختلفة هي خصائص مهمة ومفيدة للاعبين وذلك لأن السرعة المحيطية للعتلات المتأرجحة يمكن التعبير عنها كناتج لنصف قطر الحركة المتأرجحة والسرعة الزاوية.

خلال حركة الركل تدور القدم الراكلة حول أكثر من محور، لذلك فإن كينماتك الركل يمكن معرفتها بدقة من خلال استعمال التحليل الثلاثي الأبعاد ورغم هذا فهناك دراسات قليلة ذات ثلاثة أبعاد ومعظم البيانات الحركية هي نتائج بحوث ذات بعدين استخدمت فيها كاميرات فيديو بمعدلات سرع واطئ مقارنة بالسرع العالية للكاميرات الحديثة، ولأن الحركة والمهارة التي يتم تنفيذها تتميز بسرعة عالية وخاصة عند اللاعبين الماهرين فإن البيانات المأخوذة من الدراسات التي تستخدم كاميرات ذات سرع واطئة قد لا يمكن الاعتماد عليها بصورة مطلقة.

من مميزات كرة القدم هو ركل الكرة من خلال الركضة التقربية بزاوية وليس بشكل مستقيم الذي يتخذه اللاعب ليركل الكرة الثابتة، ولقد تم البحث عن تأثير زاوية التقرب على القدم وسرعات الكرة باستعمال زوايا تقرب (صفر، 15، 30، 45، 60، 90) درجة (اتجاه الكرة كان بزاوية مقدارها صفر) وبأخذ خطوة واحدة باتجاه ركل الكرة، وبالرغم من عدم وجود فروق معنوية في سرعات الكرة بين زوايا التقرب إلّا أنه أظهر أن السرعة القصوى للساق الراكلة تم تحقيقها عند زاوية تقرب 30° وتحقيق سرعة قصوى للكرة عند زاوية تقرب 45° لذلك فإن زاوية تقرب من (30°- 40°) سوف تحقق نتائج عالية لسرعة القدم والكرة وتكون موافقة مع ما يختاره اللاعب لأدائه.

إنّ التفسير المعطى لذلك هو أن التقرب الزاوي يُمكّن الساق الراكلة من أن تميل بمستوى أمامي بحيث يستقر الجسم على الرجل الساندة وهذا الوضع يُمكّن القدم

الراكلة من أن توضع بصورة أكثر فعالية من خلال تحقيق تلامس أفضل مع الكرة.

إنّ الركلة من خلال ركضة تقريبية تنتج ركلات أطول وأكثر قوة من الركلة من الوقوف من خلال الاستفادة من قانون نيوتن الأول وتطبيقاته بمجال كرة القدم، فتحرك اللاعب للأمام أفقياً بسرعة 4 م/ثا عند الإندفاع نحو الكرة فإن هذه السرعة ستضاف إلى سرعة الرجل الراكلة عند تحركها حول مفصل الورك، على أية حال إنّ بعض السرعات الأفقية تفقد أو تقل بدرجة كبيرة في وقت وضع القدم الساندة لأن مركز ثقل الجسم يجب أن يتباطأ ليسمح بوقت لتأرجح الرجل ككل عند الركلة الطويلة.

ومن المتوقع أن التقرب الأطول والأسرع سيكون أكثر فائدة فيما يخص سرعة الكرة، حيث تم تحرى الاختلافات بين التقرب من الركض ومن الثبات حيث كانت سرعة الكرة القصوى عند التقرب من الثبات 23.5 م/ثا بينما كانت 30.8 م/ثا عند استعمال مدخل ركض 5- 8 خطوات.

إنّ دور الذراعين في الركل هو بصورة رئيسة لتحقيق توازن الجسم وان الذراعين عادة تمتدان إلى جانبي الجسم أثناء حركة الرجل الراكلة للأمام للمساعدة في الحفاظ على مركز ثقل الجسم فوق القدم الساندة ولزيادة القصور الذاتي للجذع وزيادة مقاومة التأرجح حول العمود الفقري أو محور الجسم الطولي.

عند تلامس القدم الراكلة للكرة فإن الذراع المقابلة تتحرك للأمام وللأعلى عبر الجسم للمساعدة في المحافظة على الجذع للأسفل والجسم في حالة توازن.

وضع القدم الساندة تلقى إهتماماً قليلاً في كرة القدم بسبب الاختلافات في تحديد الوضع المناسب لها الكرة، الاختلاف في وضع القدم الساندة هو ناتج عن اختلافات وظيفية ونوع الركل المنجز.

تبقى القدم الساندة موضوعة على الأرض بقوة بينما القدم الراكلة تقوم بالتماس مع الكرة، وبينما يتم وضع القدم الساندة على الأرض فإن الرجل الراكلة تبقى خلف الجسم ويكون الورك في أكثر امتداد له وتكون الركبة في أقصى إنثناء لها، إنّ الجذع يتأرجح أيضاً للخلف والجانب نحو الرجل الراكلة لزيادة طول التأرجح

للخلف لإضافة قوة تأرجح الجذع للأمام للقيام بالركل.

أما زخم الرجل الراكلة هي ناتج لكتلتها وسرعتها عند التصادم إضافة إلى سرعة الجسم عند الاقتراب من الكرة، فكلما زادت كتلة الرجل الراكلة (ضمن حدود معقولة) وكانت سرعتها كبيرة عند التصادم كلما كانت سرعة الكرة عند التلامس أكبر.

فمن وجهة نظر المبادئ الميكانيكية الحيوية في ركل الكرة فإن إنتاج سرعة الكرة يمكن تقييمه طبقاً إلى الحفاظ على الزخم أثناء التصادم، فمن خلال التصادم المرن فإن الزخم يتحول جزئياً إلى الكرة، ويمكن أن تزيد حركة الكاحل سرعة إطلاق الكرة قليلاً إلّا أن نقطة التطبيق يجب أن تكون داخل منطقة الضرب المؤثرة التي تعتمد على توتر الكاحل.

إنّ تعجيل الرجل الراكلة والسرعة الناتجة يتم تحديدها عن طريق قوى العضلات التي يتم تطبيقها من قبل اللاعب، ومن خلال ملاحظة عدة دراسات وبحوث بهذا المجال فقد وجد أن سرعة الكرة عند التأثير كانت ذات صلة مباشرة مع المتغيرات البيوميكانيكية التي تم قياسها، فمثلاً إنّ سرعة الكرة فيما يتعلق بالتوقيت كان لها أقوى علاقة بعزم القوة الأقصى المنتج أثناء إنثناء الورك وتمدد الركبة ووضع الكاحل للرجل الراكلة في حالة استقرار قصير.

أيضاً أن العلاقة بين القوى القصوى للفخذ والساق مع سرعة الكرة هي علاقة قوية، فمن خلال زيادة القوى للفخذ والساق تزداد سرعة الكرة، أما العلاقات بين سرعة الكرة والعمر فقد كانت عالية ولكن أقل من الوزن والطول، وهكذا فإن الزيادة في كتلة الجسم تعني إلى حد ما الزيادة في كتلة الرجل الراكلة وهذا تلقائياً يزيد من سرعة الكرة أثناء الركل، ويمكن أن يؤثر اللاعب أيضاً على الكتلة المؤثرة للقدم وذلك بتغيير توتر العضلة في العضلات المحيطة بالكاحل إلّا أن انتظام الكتلة المؤثرة في القدم الراكلة ربما يلعب دوراً مهماً للحصول على سرعة عالية للكرة.

أدى لاعبو كرة القدم الماهرين الركلات عندما كانت سرعة أقدامهم بمعدل 20.1م/ثا وكانت سرعة أطلاق الكرة 27.4م/ثا وفي هذه الركلات السريعة كانت قوة العضلة القصوى الناتجة في ممددات الركبة حوالي 2000 نيوتن أي بحدود 200 كغم.

أن سرعة إطلاق الكرة للاعبي كرة القدم الماهرين تم التطرق إليها من قبل الكثير من الباحثين حيث كانت بحدود 17- 28 م/ثا وكانت عند اللاعبين المحترفين في بطولة كأس العالم في أيطاليا 1990 بحدود 32- 35 م/ثا بينما كانت عند مهاجمي المنتخب الوطني لشباب العراق الحائز على كأس آسيا 2000 بحدود 23- 28 م/ثا، وقُدّرت سرعة الكرة للاعب البرازيلي الأسطورة روبرتو كارلوس بحدود 44م/ثا.

باستخدام قيم كتلة القدم والكرة تمكن عدة باحثين من اقتراح عدة معادلات تخص سرع الكرة والقدم منها:-

$$V_{ball} = V_{foot} * \frac{(M) * (1 + \ell)}{(M + m)}$$

$$V_{ball} = 1.2 * V_{foot}$$

$$V_{ball} = 1.23 * V_{foot} + 2.72$$

حيث أنّ V_{ball} = سرعة الكرة V_{foot}= سرعة القدم M= كتلة الرجل الراكلة

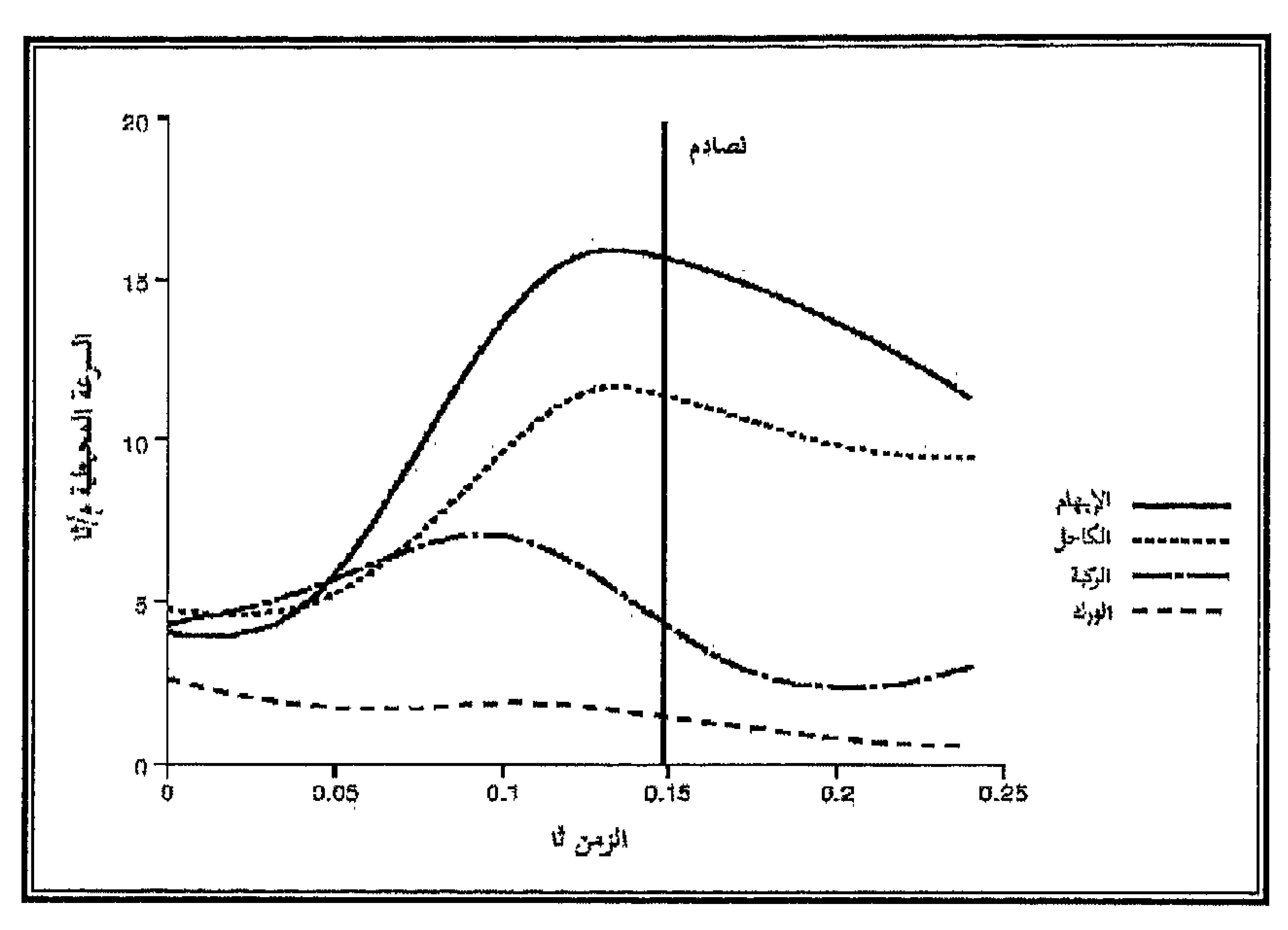
m = كتلة الكرة ℓ = معامل الارتداد

وهذه المعادلة الأخيرة تكون في حالة تساوي الارتداد بين متغيري سرعة الكرة والقدم عندما تكون سرعة القدم فوق مدى 16- 27 م/ثا.

القيم المتواضعة للسرعة القصوى لسلسلة الرجل الراكلة عند التصادم هي بصورة عامة أقل من تلك المقتبسة من سرعة الكرة ذات المدى من 18- 28 م/ثا، وهذا يعطي لسرعة الكرة باتجاه القدم نسبة أكبر من الواحد على الأقل وهي قياس لفعالية الناقل لسرعة القدم إلى سرعة الكرة، ففي الركل بوجه القدم "ركلة المشط" فإن نسبة سرعة الكرة نحو القدم ذكرت بأنها ذات مدى 1.06- 1.29 وقد تتجاوز1.5 للركلات التي تستخدم أجزاء مختلفة من القدم، مع ذلك فإن الحذر مطلوب عند التوقف في هذه النتائج إذ لم يكن واضح في أي جزء يتم استعماله لكي يتم حساب القيم لمعدل سرعة الكرة بدلالة سرعة القدم، ولأن القدم هي موضع مرن قبل التصادم مع الكرة فإن

الأصبع الكبير للقدم يصل بسرعة أعظم من مركز كتلة القدم التي تضفي سرعة أكبر من رسغ القدم (الكاحل).

الشكل (28) الذي يوضح تخطيط نموذجي للسرع المحيطية لمفاصل الرجل الراكلة حيث تم توضيح تفصيلات لكل من سرعات الأبهام والكاحل والركبة والورك بالنسبة لركلات التقرب القصير.



شكل28

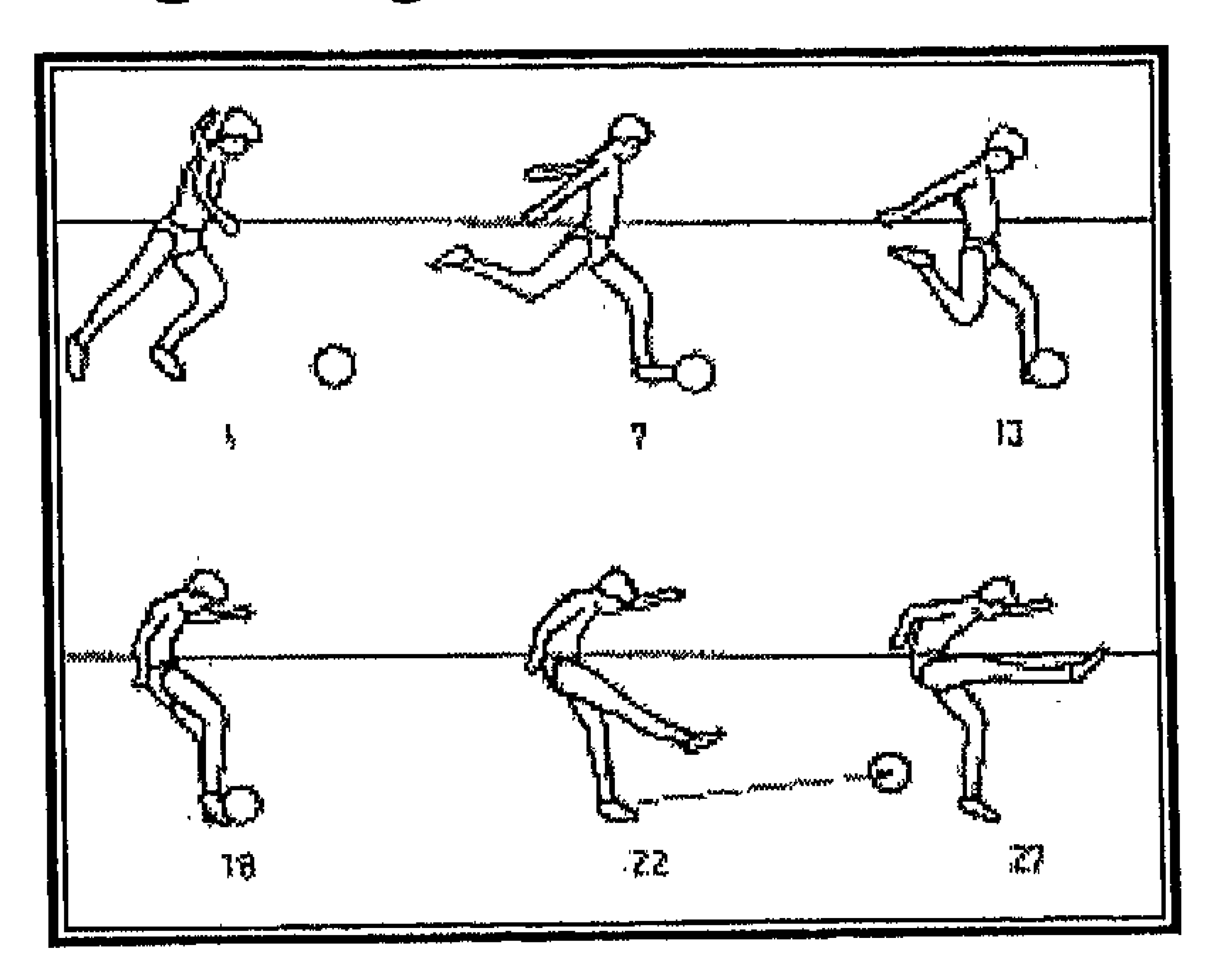
يوضح تخطيط نموذجي للسرعة المحيطية لمفاصل الرجل الراكلة أثناء الركل بمشط القدم*.

هناك علاقة طردية ما بين سرعة القدم وسرعة الكرة، لذا فإن سرعة القدم هي عامل مهم في ميكانيكية تأثير التفاعل المشترك بين القدم والكرة، حيث وجد العديد من الباحثين أن هناك علاقة ارتباط قوية بين سرعة القدم وسرعة الكرة.

إنّ تعلم المبادئ الميكانيكية الحيوية للحركة تزيد أكثر وأكثر من سرعة إطلاق الكرة إضافة إلى ذلك إنّ استخدام المرونة العضلية لمثنيات الورك وممددات الركبة وبالتوقيت الصحيح يعني الحصول على سرعة أعلى للكرة، إذ أنّ من المهارات

* نقلا عن Lees and Nolan (1998)

المهمة في لعبة كرة القدم هي القابلية على ركل الكرة بقوة ودقة وأن الركل بوجه القدم "المشط" هي الركلة المستعملة غالباً من أجل قوة ومسافة قصوى مثلاً في حالة التهديف نحو المرمى أو التمريرة الطويلة، حيث يتم الحصول على القوة للركلة الطويلة من خلال ركل الكرة من ركضة تقريبية إضافة إلى حركة أكبر عدد من أجزاء الجسم بأنسابية وتوافق حيث تضم هذه الأجزاء الورك والجذع عند تأرجحها وإنثناء الورك وتمدد الركبة وتثبيت الكاحل لتكوين سطح أو أندفاع صلب جيد.



شكل29

يوضح الخطوة الأخيرة ومراحل أداء الركل بوجه القدم*.

تصل السرعة المحيطية للركبة إلى أعلاها بعد الوصول إلى السرعة العليا للورك بينما تتوقف الحركة الزاوية للفخذ عندما تكون الركبة تقريباً في وضع فوق الكرة، يكون الفخذ تقريباً ساكن عند التصادم بينما تصل الساق والقدم سرعتها القصوى ويكون الزخم صفراً، حيث أنّ ظاهرة تباطؤ الفخذ أو توقفه قبل التصادم على الكرة تكون قصيرة جداً بحيث لا يمكن ملاحظتها بصرياً.

إنّ أبدال السرع الزاوية بين المكونات القريبة والبعيدة يدل على أنه ربما يكون هناك بعض التحول في الزخم الزاوي بين الفخذ والساق، بينما تدل النتائج الحديثة على أن الفخذ يتباطأ بسبب حركة الزخم بينما تتسارع الساق باتجاه الكرة إلّا أنه تم الاستنتاج أنه في حركة الركل فإن تباطؤ الفخذ يكون متأثرة بصورة رئيسة بحركة الساق وليس بزخم المفصل الناتجة حول الورك.

* نقلا عن Luhtanen (2008)

بعد تباطؤ الفخذ فإن الساق بعد ذلك تستمر بالتسارع حتى ملامسة الكرة بحيث أنّ السرعة العليا للساق تحصل تماماً قبل التماس مع الكرة وكذلك الحال بالنسبة للكاحل والأبهام حيث تصل سرعتها القصوى قبل الملامسة تماماً وبعد أعلى سرعة للركبة وهذا ما يمكن ملاحظته عند الرجوع إلى الشكل (28).

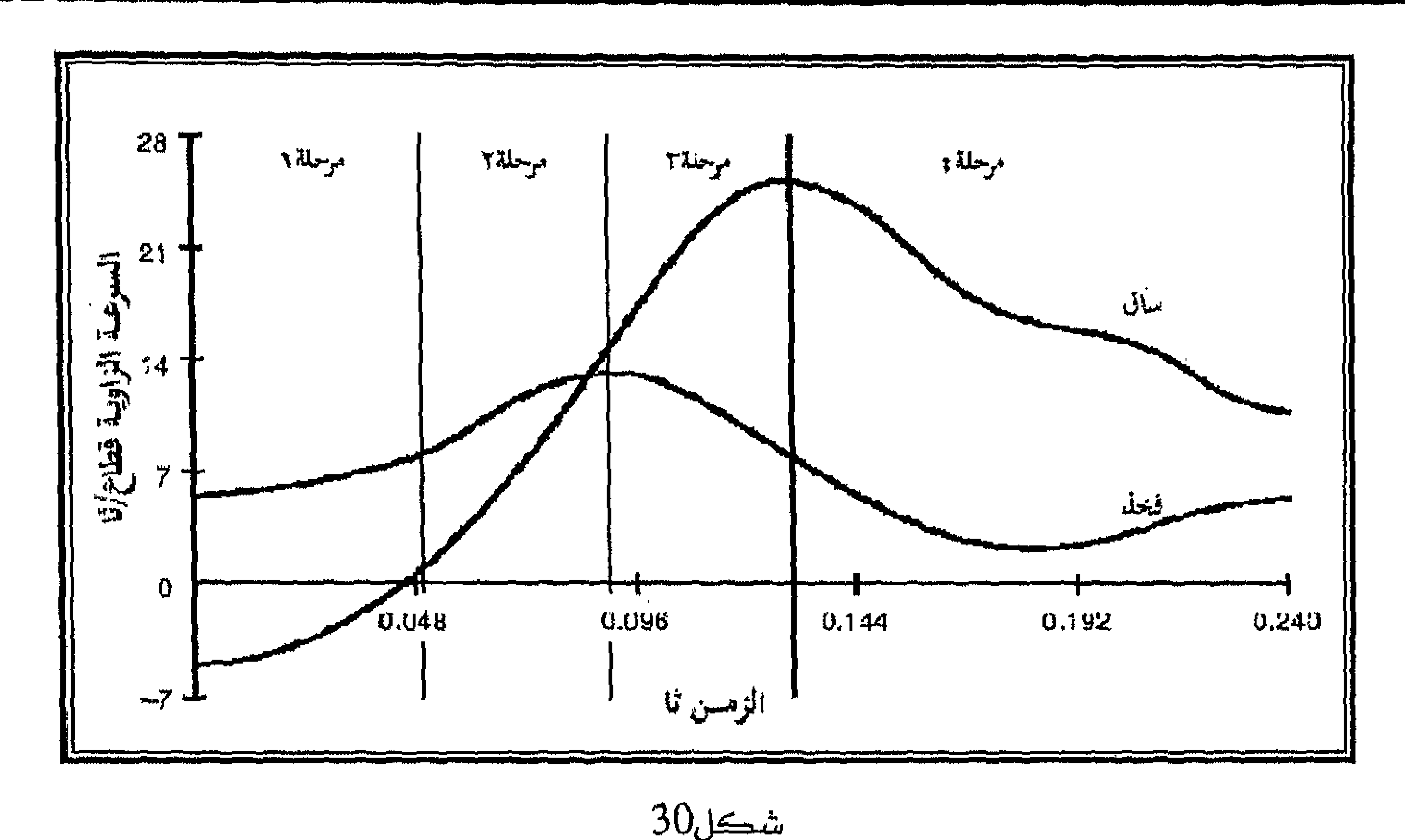
إنّ وقت التأرجح هو الوقت من هبوط الساق الساندة حتى التماس مع الكرة حيث أنّ مدى الأوقات لهذا الجزء من الركل ذكره بعض الباحثين أنه يتراوح بين 13-15 ثانية.

وعلى أساس هذا تمت الدلالة على أنه ربما يكون هناك نوعين من نمط الركل ضمن الركلة بوجه القدم (المشط) أحدهم يستخدم تأرجح طويل للخلف وآخر يحرك الساق بحدة بواسطة ثني الركبة ومدها والذي ينتج عنه وقت ركل أقصر من الأول الذي يحرك الفخذ والساق أي الرجل بأكملها.

قسّم Wickstrom 1975 مهارة الركل لأربع مراحل حركية هي:_

1. سحب الفخذ والساق أثناء المرجحة للخلف.
2. أرجحة الفخذ والساق للأمام، والذي يحدث نتيجة مرونة الورك.
3. عندما تتناقص السرعة الزاوية للفخذ فهناك زيادة موازية لها في السرعة الزاوية للساق إلى درجة التأثير على الكرة.
4. متابعة القدم للكرة بعد الركل.

في الشكل (30) الذي يوضح السرعة الزاوية للفخذ والساق خلال مراحل الأداء الأربع، فأحد قياسات نجاح الركلة هي السرعة الزاوية للتمدد الأقصى لمفصل الركبة الذي يظهر تماماً قبل لمس الكرة.



شكل30

يوضح السرعة الزاوية للفخذ والساق للرجل الراكلة خلال مراحل الأداء الأربع*.

بالنسبة للاعبي الشباب وجد أن السرعة الزاوية للفخذ كانت عند التصادم بحدود 2.8- 5.8 قطاع/ثا وقد تصل إلى 5.9 قطاع/ثا بالمقارنة مع السرعة الزاوية للساق التي قد تصل 35 قطاع/ثا عند التأثير والذي فيه يكون الفخذ ثابت جوهرياً.

الرسم البياني في الشكل (30) بإمكان تفسيره بالنسبة لتقدم مهارة الركل، حيث يمكن الملاحظة أنه خلال المرحلة الثانية هناك زيادة في السرعة الزاوية للفخذ نتيجة الطاقة التي تأتي من عضلات الورك والفخذ والساق بينما في المرحلة الثالثة قبل التصادم فهناك زيادة في السرعة الزاوية للساق ونقصان في السرعة الزاوية للفخذ حيث يظهر هناك تبديل للطاقة بين السلسلتين والتي تؤثر على سير السرعة الزاوية بكل واحدةٌ منهم.

إنّ السرعة الزاوية للساق تنتج سرعة قدم عالية وهذا مهم بالنسبة للركلة ذات الضربة الجيدة، ولتحقيق سرعة قدم عالية فإن الطاقة يجب أن تُبنى في مرحلة مبكرة للحركة. حوالي نصف السرعة الزاوية للساق عند التصادم تُبنى خلال المرحلة الثانية والنصف المتبقي يظهر على انه متحول من الفخذ خلال المرحلة الثالثة، ولهذا فإن مدى

* نقلا عن (1996) Lees .

الحركة في الورك والركبة والقوة العضلية المتبقية خلال المرحلة الثانية سوف تقرر السرعة القصوى للقدم عند تأثير السرعات الزاوية المتقطعة التي قد تستعمل بحسابات طاقات منقطعة لإيجاد طاقة تتحول من الفخذ إلى الساق خلال السير.

لذلك نرى انه لا يوجد هناك تطبيق لأسلوب ثابت ومحدد في الركل، وفيما عدا دراسة Bloomfield et al. 1979 لم تكن هناك محاولات لتحري كبر حجم الزوايا المفصلية والمديات العضلية للحركة في كل مراحل الأداء الأربع السالفة الذكر، قياس واحد لنجاح فعل مهارة الركل هو سرعته الزاوية للامتداد القصوي لمفصل الركبة والذي يحدث فقط قبل التصادم حيث تم قياسه عند الأطفال بعمر 4.6 سنة فكان 17.7 قطاع/ثا في حين كان 28 قطاع/ثا عند عمر 9.9 سنة، وقد تصل السرعة الزاوية لمفصل الركبة إلى 40 قطاع/ثا عند لاعبي الشباب بينما تصل عند اللاعبات بحدود 24- 29.5 قطاع/ثا. وسوف يبدو بأن السرعة الزاوية القصوى للركبة تزداد بتقدم العمر إلى حد البلوغ حتى فعل الركل الفعال الذي يتم تحقيقه.

أنجز Rodano and Tavana 1993 واحدة من الدراسات المهمة التي استعمل فيها التحليل الثلاثي الأبعاد حيث استخدموا كاميرات ذات سرع 100 صورة بالثانية وباستعمال نظام Opto-electronic لتسجيل المواقع المؤثرة الموضوعة على المفاصل حيث وجدوا اتفاقاً جيداً بين التحليل الثلاثي الأبعاد والثنائي الأبعاد لمديات السرعة المحيطية للمفاصل ولكن الفارق المعنوي وجد للقياسات الزاوية، لكنهم لم يُعلقوا حول فيما إذا كانت البيانات المستخلصة من التحليل الثنائي كانت فوق أو تحت التقديرات مقارنة بالبيانات المستخلصة من التحليل الثلاثي، وكذلك وجدوا أن اللاعبين كانوا قادرين على ركل الكرة بسرعة تقدر بين 23- 30 م/ثا وسرعة زاوية للركبة بمقدار 19.5 قطاع/ثا وهذه النتائج عند استخدام التحليل الثنائي الأبعاد مع ذلك إلّا أنهم لا يذكرون بيانات تخص التحليل الثلاثي الأبعاد.

وصف Tant et al. 1991 بأن التحليل الثلاثي الأبعاد مهم ومنتج للركل بوجه القدم حيث كانت دراستهم على لاعبات كذلك قاسوا الحركة ذات المديين التقليدية للورك والركبة عند الإنثناء والامتداد لهما، ذكروا أيضاً بيانات دوران الحوض وتقدم الورك نحو المحور عند مقارنة ركلة سريعة وأخرى بطيئة (حيث كانت سرعة الكرة 17- 13.5 م/ثا

على التوالي) والحوض يتحرك حركة دورانية أعظم بالنسبة للركل الأسرع مما هو عليه في الركل البطيء حيث كان 18- 13 درجة على التوالي، لذا فأهمية الحركة الدورانية للحوض مهمة لتوليد سرعة عالية للكرة.

السرعة الخاطفة للورك أو الدوران نحو المحور بقيت مشابهة بين الحالتين وكانت 19درجة، إلّا أنه لم يكن واضح من البيانات أي الزوايا تم ذكرها، وقد اعتقدوا أن دوران الحوض قد يكون هو الطريقة التي بواسطتها تتمكن اللاعبات من تعزيز سرعة ركلهن، ورغم هذا إلّا أنهم لم يعطوا بيانات متقاربة ومن المحتمل أنهم استخدموا تحليل ثنائي الأبعاد، لذا يعد التحليل الثلاثي الأبعاد مهم لفهم كامل حول مهارة الركل والذي يزودنا ببيانات أكثر دقة وتفصيل.

كيفية زيادة سرعة الكرة في الركل بوجه القدم:

يمكن وصف حركة مكونات الجسم المتأرجحة حسب الأسلوب الزاوي والإزاحة والسرعة والتعجيل، حيث تكون السرعة المحيطية للقدم المتأرجحة الضاربة للكرة متناسبة بصورة مباشرة مع كمية كل من السرعة الزاوية ونصف قطر التأرجح للمكونات المتتابعة في الركل.

إنّ توقيت هذه الحركات التأرجحية المتتالية مهم في علاقته بملامسة القدم مع الكرة وخاصة عند زيادة سرعة إطلاق الكرة أثناء الركل. إنّ الزخم الخطي للرجل الراكلة يتحول إلى الكرة حسب العلاقة بين دفع القوة والتغيير في كمية الحركة.

القوة = كتلة الجسم × تعجيله

وبما ان التعجيل هو معدل التغيير في السرعة بالنسبة للزمن.

$$\text{بمعنى ان التعجيل} = \frac{\text{السرعة النهائية} - \text{السرعة الابتدائية}}{\text{الزمن}}$$

$$\text{إذن القوة} = \frac{\text{الكتلة} \times (\text{السرعة النهائية} - \text{السرعة الابتدائية})}{\text{الزمن}}$$

القوة × الزمن = الكتلة × (السرعة النهائية – السرعة الابتدائية)

أي ان دفع القوة = التغيير في كمية الحركة

إنّ التعجيل الزاوي بجهاز ربط المكونات في الرجل الراكلة يعتمد على عزم العضلات التي تنتج تأرجح الفخذ والساق والقدم وكذلك على المقاومة التي يوفرها القصور الذاتي لمكونات الرجل المتأرجحة التي تكون متحركة بعزم الدفع. إنّ قابلية تحرك المفاصل هو شرط مُسبق لمهارة الركل الأفضل، وإن مقاومة القصور الذاتي للفخذ والساق والقدم يُحددها توزيع الكتلة نسبياً على محور التأرجح.

يمكن إيجاد عدة فوائد عملية كثيرة عند محاولة زيادة سرعة إطلاق الكرة إذ يمكن الوصول إلى ذلك بزيادة سرعة القدم ميكانيكياً لأجل مرحلة تماس القدم مع الكرة ومحاولة إمالة الجسم بعيداً عن الكرة وكذلك موازنة الجسم مع الذراعين الممتدّين أثناء حركة الركل.

إنّ ذراع القوة يتم تعريفه على أنه المسافة العمودية من محور التأرجح (عادة من خلال مفصل الجسم) إلى مركز جاذبية المقاومة وهي الكرة في هذه الحالة، فكلما زادت المسافة من مركز الكرة إلى مركز المفاصل الناشطة في الركلة كلما طال نظام العتلات العاملة وبالتالي زادت سرعة الكرة . لذا فبمد الرجل أثناء الملامسة إلى أكمل مدى والإمالة بعيداً عن الكرة فإن اللاعب سيزيد السرعة في نهاية القدم.

إنّ اللاعب الماهر يميل للجانب بعيداً عن الكرة أثناء تأرجح الرجل وخلال التلامس مع الكرة، وعلى الرغم من أن الركلة تحصل بصورة رئيسة في المستوى الجانبي الشكل الذي يقسم الجسم إلى قسمين متساويين أيمن وأيسر، فإن الجذع يميل بصورة واضحة باتجاه الجانب الذي لا يقوم بالركل، بإمالة الجسم بعيداً عن الكرة فإن هذا يرفع الورك الذي يكون باتجاه الرجل الراكلة إلى الأعلى نسبياً مع الأرض ويُساعد على إبعاد أبهام القدم الراكلة ويمنعها من ملامسة الأرض.

بما إنّ الكاحل يتم مده إلى أقصى حد له في الركلة بوجه القدم "ركلة المشط" فإن الورك يجب أن يتم رفعه ليسمح للقدم أثناء الركل بأن تؤشر بالأصابع نحو الأسفل أي عمل ثني أخمصي، كذلك يسمح هذا الميلان في الجسم أيضاً بتأرجح أوسع للرجل الراكلة مما يزيد طول الذراع للتأرجح حول الورك الأيسر.

ومن خلال ذلك يتضح لنا إنّ سرعة الكرة هو المؤشر البيوميكانيكي

الـرئيس لتقييم الركـل والـذي يـؤثر فيـه عـدة عوامـل منهـا التكنيـك المتبـع ونقـل الطاقـة بشـكل مثـالي بـين أجـزاء الجسـم والهـدف مـن الركـل (تهـديف، مناولـة، تشـتيت)، وكـذلك سـرعة ومسـافة وزاويـة مرحلـة الاقـتراب وسـرعة الرجـل الراكلـة (المحيطيـة والزاويـة) وموضـع وثبـات القـدم السـاندة وسمـات التصـادم بـين القـدم والكـرة مـن حيـث نقطة تأثير القوة، بمعنى هل إنّ التصادم يحدث بمركـز الكـرة أم بعيـداً عنهـا وهـذا مـا يؤثر على مسار الكرة ومن سمات التصادم أيضاً مساحة الجـزء المتصـادم مـع الكـرة أي نوع الركـل (باطن القدم، بوجه القدم، بالجزء الداخلي الأمامي من القدم). ومن العوامل الأخرى هـو مستوى المهـارة وظروفهـا المحيطـة مـن حيـث مسـافة الركـل ومكـان الزميـل والمنافس ووضعية الكـرة (ثابتة، متحركـة) إضافة إلى ظروف البيئة. ويلعب عمر اللاعب والقوة والقدرة تأثير مهم على سرعة الكـرة أيضاً.

كينتك الركل:

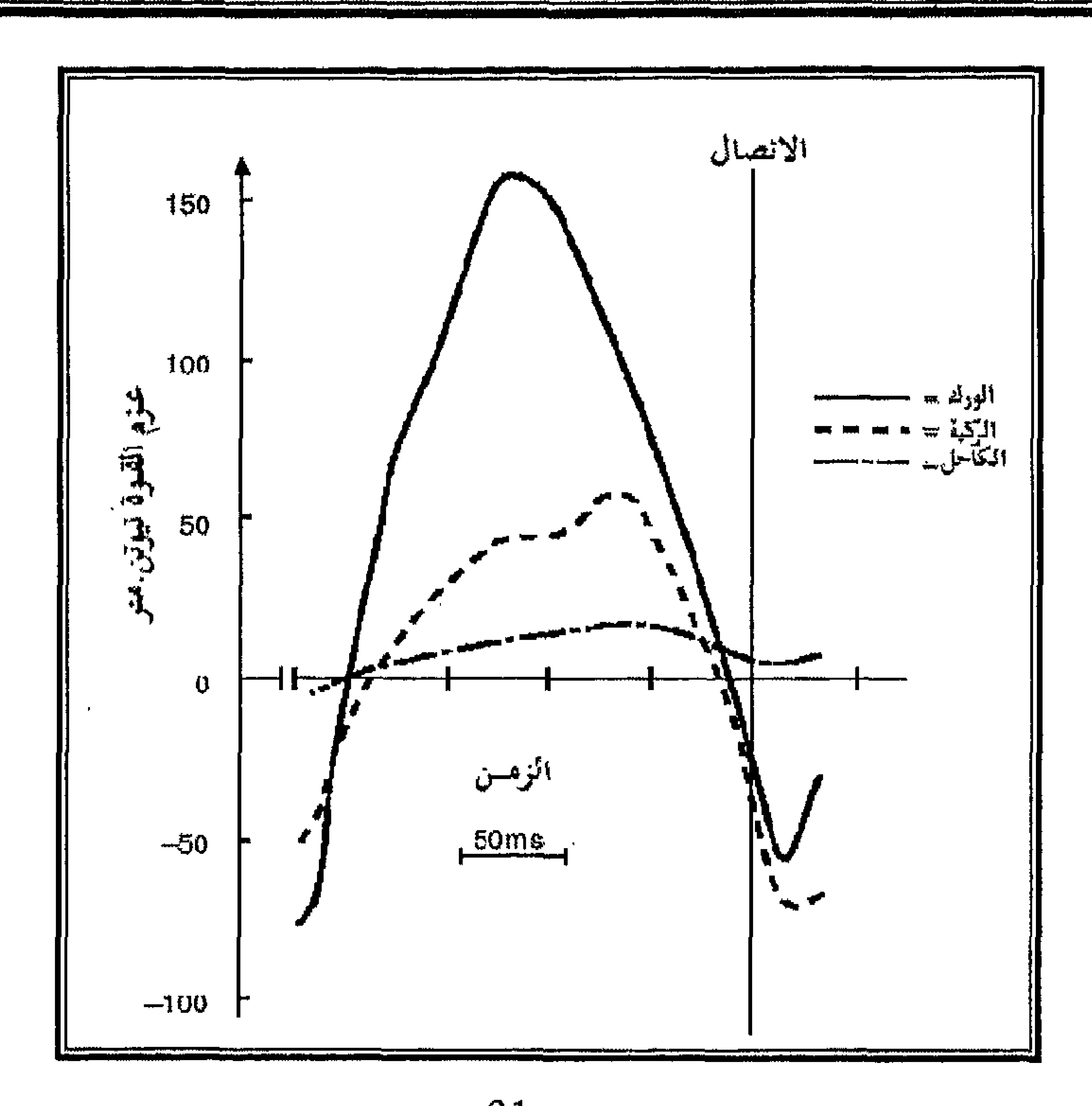
طرق التحليل الكينماتيكي تسمح أيضاً لحساب لحظات قوى المفاصل والعضلات حيث وجد بالنسبة للعضلات السريعة بأن قوى المفاصل كانت أعلى في الورك 958 نيوتن وأوطئ في الكاحل 330 نيوتن وهي تتناقص بالتدريج كلما تناقصت سرعة الركل، بينما وجد Luhtanen 1988 قيم تتراوح بين 250- 196 نيوتن عند الورك والركبة على التوالي بالنسبة للاعبين متوسط أعمارهم 10.3 سنة في حين كانت القيم بين 578- 492 نيوتن عند الورك والركبة على التوالي بالنسبة للاعبين متوسط أعمارهم 17.1 سنة.

إنّ قيم هذه البيانات محددة بينما القوى المفصلية تعطي مؤشراً جزئياً للقوى العاملة في المفصل، لذا فإن هذه القوى لا يمكن لها أن تحصل من دلالة البيانات الكينماتيكية فقط، إذ أنّ المنهج الأكثر تعقيداً والذي يجب استعماله هو تحليل الهندسة الحيوية.

بالمقارنة أن استعمال عزوم العضلات مفيداً وذلك في عدد كبير ومتنوع من الألعاب وهذه البيانات من المحتمل أن تشير إلى الجهد العضلي المتولد خلال الركل.

في الشكل (31) الذي يعطي بيانات عزم مفصلي نموذجي حيث يمكن ملاحظة أن مفصل الورك يولد أكبر زخم مفصلي بينما يولد مفصل الكاحل أقل زخم.

عند التلامس يكون كل من عزوم الورك والركبة سالباً مما يدل على أن التلامس من النوع المتعلق بالقذائف "Ballistic ".



شكل31

يوضح عزم الورك والركبة والكاحل للركلة بمشط القدم*.

من خلال عدة دراسات وجد أن أكبر عزوم العضلات تم توليدها حول مفصل الورك 280 نيوتن.متر ومن ثم حول الركبة 140 نيوتن.متر وأخيراً حول الكاحل 30 نيوتن.متر وهذه تتناقص بتناقص سرعة الحركة.

قدم Luhtanen1988 بيانات على مفاصل الورك والركبة والكاحل للناشئين والشباب ذاكراً أن عزم العضلات حول الورك كانت بمعدل 61 نيوتن.متر عند متوسط أعمار 10.3 سنة بينما كان بمعدل 194 نيوتن.متر عند متوسط أعمار 17.1 سنة.

بعض المتغيرات الكينتيكية قُدّرت من خلال استخدام بعض القوانين الميكانيكية بدلالة بعض المتغيرات الكينماتيكية والتي تعتبر من الطرق العامة

* نقلا عن Lees and Nolan (1998)

والرئيسية المتفقة مع طرق قياس القوة الثابتة والمتحركة والتي يتم القياس بها مباشرة عن طريق الديناموميتر أو منصة قياس القوى Force Plat Form. وممكن الوثوق بالنتائج المحسوبة للقوة أو القدرة مثلاً من خلال القوانين الميكانيكية بحال توافر الدقة في قياس المتغيرات الكينماتيكية المساهمة في حساب القوة أو القدرة أي الدقة في عملية التحليل الفيديوي لاستخراج المتغيرات الكينماتيكية، وهذا يتطلب ممارسة متكررة لعملية التحليل الحركي وفهم لبرامج التحليل الحركي الحديثة للخروج بنتائج علمية يمكن ان تعطي مؤشراً لطبيعة القوى المستخدمة لأداء المهارات الأساسية بكرة القدم وإمكانية استثمارها في عملية الانتقاء والتدريب.

ذكر Narici et al. 1988 أقصى قيم والتي تم قياسها بطرق القوة الثابتة أن عزم القوة لامتداد الركبة وإنثناء الورك كان 103- 147 نيوتن.متر على التوالي بالمقارنة مع Poulmedis1985 الذي ذكر قيم لعزم القوة لامتداد الركبة وإنثناء الورك 126- 95 نيوتن.متر على التوالي, إنّ الاختلافات بين هاتين الدراستين من المعتقد أن تكون نتيجة السرع المختلفة للاختبار.

لقد كان هناك اهتمام بتوقيت فعل العضلات وحدوث أقصى عزم للعضلات والربط بينهما، Luhtanen 1988 بيّن بأن أقصى توقيت عزم للركبة يحدث بعد أقصى عزم للورك، وكما هو معلوم ان حساب عزوم العضلات يتطلب حساب التعجيلات الزاوية وذلك لأن القوة في الحركة الخطية تعتمد على كل من الكتلة وتعجيل الجسم، أما في الحركة الزاوية فإن العزم يعتمد على عزم القصور الذاتي وعلى التعجيل الزاوي، هذه الإجراءات تعرف لتكون ميالة إلى حقائق المهارة في عملية معالجة البيانات، صورة واضحة لتوقيت عزوم العضلات تحتاج لحصولها عدة دراسات متكررة باستعمال مدى من المواضيع.

من الممكن تقدير معدل القوة العاملة على القدم من البيانات الكينماتيكية المشار إليها أعلاه، عندما يؤدي لاعبي كرة القدم المحترفين ركلة بوجه القدم وجد بإن التغيير في سرعة الكرة كانت قريبة لـ 30م/ثا ووقت الاتصال كان بمتوسط 12مل ثانية وناتج معدل القوة عند الاتصال كان 1100 نيوتن، لم يتم تحديد منحنى القوة_الزمن خلال الاتصال بالكرة بصورة دقيقة لكن من الواضح أن القوة تبنى بصورة

تدريجية إلى أن تصل إلى أقصى قيمة لها ، بعد ذلك تبدأ بالانخفاض فإذا ما تم الفعل فإن أقصى قوة دفع تكون ضعف معدل القوة تقريباً بحيث قد يتجاوز فعل القوة الواقعة على القدم 2200 نيوتن، وفيما وجد Asai. et al. 1995 عندما استخدموا كاميرات ذات سرع عالية إنّ وقت الاتصال بين القدم والكرة كان 9.3 مل ثانية خلال ركلة بمشط القدم ومن نتائجه أن سرعة الكرة كانت بحدود 25م/ثا وعزوا هذا على أن معدل قوة الاتصال كان أكثر من 1200 نيوتن وأقصى قوة كانت بحدود 2400 نيوتن.

إنّ القوة ذات رد الفعل الأرضي والعاملة على القدم الساندة خلال الركلة تم دراستها أيضاً ، حيث وجد بأن أقصى قوى في الاتجاه العمودي كانت 2000 نيوتن أي بمقدار 1.93- 2.36 مرة من وزن الجسم بينما وصلت أقصى قيمة للقوة الاحتكاكية الأفقية 600 نيوتن، أي بمقدار 0.5- 0.8 مرة من وزن الجسم.

إنّ الدراسات اللاحقة ذكرت قيم بمقدار 2.67- 1.24 مرة من وزن الجسم بالنسبة للقوة الأفقية والعمودية على التوالي، وهذه النتائج مشابهة لتلك المذكورة بواسطة Luhtanen1988 الذي وجد ان القوة العمودية ذات مدى من 1170- 1589 نيوتن.

النشاط العضلي في الركل:

من الجوانب المهمة للركل في كرة القدم هو التفاعل والترابط بين مختلف المجموعات العضلية العاملة بهذه المهارة، تعمل العضلات المحركة الرئيسة لتحريك العظام عن طريق المفاصل، لكن هذه العضلات تصبح معاكسة للحركة للتقليل من السرعة الزاوية للمفاصل تماماً قبيل أو بعد انطلاق الكرة.

إنّ العضلات الثانية للورك هي المسيطرة بشكل كبير خلال مرحلة المرجحة الأمامية للرجل الراكلة. ففي البداية يكون تقلصها لا مركزياً لوقف المرجحة الخلفية للرجل بعدها يصبح تقلصها مركزي لزيادة سرعة الفخذ للمرجحة الأمامية نحو الكرة، قبل لحظة الاتصال بالكرة العضلات الباسطة للورك تكون هي المهيمنة كالأوتار المأبضية مما تسبب تباطؤ الفخذ والركبة المشتركة وحتى توقف لبعض اللاعبين.

ويمكن الإشارة إلى ان العمل الحركي المعاكس للأوتار المأبضية له دور وقائي لمفصل الركبة، لأن أوتار المأبض والرباط الصليبي الأمامي يعملان للمحافظة على اتصال الساق مع لقمتي الفخذ، إضافة لوظيفته الرئيسة هي إعطاء الثبات لمفصل الركبة ومنع تزحلق العظمين احدهما على الآخر للأمام أو الخلف.

ومن خلال متابعة القدم للكرة بعد الركل يتميز تقلص العضلات الثانية بأن يكون تقلصها مركزياً يليها تقلص لا مركزياً. أما بالنسبة للعضلات الباسطة للركبة ومجموعة العضلات الرباعية الرؤوس فهي العضلات المسيطرة خلال المرجحة الخلفية والأمامية. هذه العضلات تعمل بشكل لا مركزي في البداية لخفض معدل ثني الركبة الناجم من المرجحة الخلفية للرجل الراكلة التي سببها التأرجح الخلفي للساق وتقصير العضلات الثانية للورك.

إنّ العضلات الباسطة للركبة في ذلك الحين تعمل لفترة وجيزة على التقصير بسبب وجود درجة معينة من امتداد الركبة، لذا فإن العضلات الثانية للركبة سرعان ما تصبح هي المهيمنة والمسيطرة قُبيل الاتصال بالكرة، وتعمل بشكل لا مركزي في الواقع للحد من معدل امتداد الركبة. وهذه هي النتيجة المثيرة للاهتمام وكما هو متوقع فإن نشاط العضلات الباسطة للركبة يحدث خلال الاتصال بالكرة.

ومع ذلك فقد وجد انه ليس هناك أي نشاط للعضلات الباسطة للركبة فقط قبل الاتصال بالكرة، وفي واقع الأمر فإن العضلات الثانية هي المهيمنة بشكل لا مركزي مما تسبب في انخفاض معدل امتداد الركبة. بالنسبة للعضلات الثانية للركبة وخاصة مجموعة الأوتار المأبضية الركبة قد تعمل على منع التمدد المفرط والأضرار المحتملة على الركبة.

عند المقارنة بين نشاط العضلات في ركلة كرة القدم بين لاعبي كرة القدم الماهرين والأقل مهرة فإن اللاعبين الذين يملكون مهارة يظهرون استرخاء أكبر للعضلات المعاكسة في مرحلة المرجحة وكذلك وجود نشاط عضلي أكبر في العضلات الباسطة للركبة خلال مرحلة المرجحة.

العوامل المؤثرة على أداء الركل:

هناك علاقة بين قوة العضلة وأدائها لأن العضلات مسؤولة مسؤولية مباشرة عن زيادة سرعة القدم حيث نسب Tant et al. 1991 سرعة الكرة الكبيرة التي يكونها اللاعب بالنسبة للاعبات إلى قوة عضلاتهم الكبيرة والقياس كان بواسطة الديناموميتر، وقد وجد باحثين آخرين علاقة إيجابية بينهم، أما Cabri et al. 1988 وجدوا ترابط كبير بين مسافة الركلة وقوة ثني الركبة حيث كانت قيمة معامل الارتباط 0.77 بينما كانت القيمة مع تمدد الركبة 0.74 عند سرعة زاوية قدرها 3.6 قطاع/ثا حيث تم قياس ذلك بواسطة الديناموميتر الخاص بالانقباض متساوي التوتر والذي يجمع بين الانقباض العضلي الثابت والمتحرك.

كما توجد علاقة مؤثرة بين مسافة الركلة وقوة ثني الورك حيث كانت قيمة معامل الارتباط 0.56 وكانت القيمة نفسها مع تمدد الورك ولكن كان هذا أوطأ بالنسبة لما هو عليه في الركبة وقد تم الأخبار عن نفس النتائج من قبل Narici et al. 1988 الذين استعملوا سرعة الكرة كقياس للأداء.

أما De Proft et al. 1988 فقد استعملوا مسافة الركل كقياس لأداء مهارة الركل حيث لاحظوا أن هناك زيادة فعالة بقوة عضلات الرجل خلال الموسم التدريبي إذ تحسنت وتطورت القوة المركزية للعضلات بحدود 25٪ عما كانت عليه في بداية الموسم التدريبي إضافة إلى تطور مسافة الركل بحدود 4٪.

لذلك فإنه إذا ما تم إيجاد علاقة ارتباط العضلة بالأداء فإن التدريب سيبين تأثير إيجابي على سرعة الكرة أو مسافة الركل، العلاقة الطردية بين قوة الرجل والمسافة سوف تزداد من بداية الموسم التدريبي وحتى نهايته، هذه النتائج تبين أن قوة العضلة هي عنصر مهم في الأداء الناجح لمهارة الركل ويمكن تطويره من خلال التدريب المناسب ويجب ملاحظة أن التحسن في الأداء لم يكن كله يتحدد بتطور قوة العضلة مما يدل على أن العوامل الفنية لا تزال مهمة، وأنه كلما زادت القوة فمن الضروري أن نستمر في تطوير السيطرة العضلية العصبية على الحركة.

تم أيضاً دراسة أنواع أخرى من الركل حيث تستعمل الركلة بجانب القدم

لأداء مناولة كثيراً ما يستطيع اللاعب الزميل من السيطرة عليها، وفيها يجب على القدم أن تأخذ زاوية إلى الخارج لتكوين تماس جيد مع الجانب الأوسط وتكون سرعة القدم أثناء الركل بجانب القدم اقل مما هو عليه بوجه القدم لكن تماس وجه القدم مع الكرة تكون بواسطة العظام الصلبة والتي توفر سطح أفضل للتلامس وهذا يؤدي إلى معدل سرعة تماس كبيرة من الكرة والقدم وسرعة أكبر للكرة مما هو في حالة الركلة بجانب القدم وبنفس سرعة القدم، لكن بالجانب الآخر هناك ميزة ذات أهمية بالغة في الأداء المهاري المميز هو أن الجانب المسطح للقدم يسمح بتماس أضبط مع الكرة والتي تؤدي بدورها إلى تحقيق دقة أفضل من بقية الأساليب الفنية لركل الكرة.

الدقة عادة ما تكون مهمة في مهارات الركل ولكن من المعروف أن الدقة في الأداء تتدهور كلما زادت السرعة أي كلما كانت هناك حاجة للدقة والسرعة بالنسبة للاعب فإن السرعة تهبط إلى حوالي 80٪ من قيمتها القصوى.

الفصل الرابع

المفاهيم الميكانيكية ودورها في تثبيت الموهبة بكرة القدم

الفصل الرابع

المفاهيم الميكانيكية ودورها في تثبيت الموهبة بكرة القدم

المقدمة:

إنّ الربط بين هذه العلوم الرياضية الفرعية لم تتضح معالمها بعد، لأن التوكيد اعتاد في الماضي أن يكون على سرد تقليدي للسلوك الحركي، ونرى أن التفسير للأنظمة الديناميكية لعمليات المشاركة والتعاون للأفعال الحركية وبدرجات متباينة من الحرية حيث يعكس لنا هذا التفسير عهداً جديداً من العلاقة بين العلوم والأنظمة الرياضية الفرعية الدقيقة للتحكم الحركي والميكانيكا الحيوية. ورغم أن البحوث والدراسات في المشاركة والتحكم في مهارات كرة القدم بحوث قليلة جداً إلّا أنها تحمل الإشارات بأن العلاقة بين التحكم الحركي والميكانيكا الحيوية قد يشكلان مقوماً بارزاً من مقومات المناهج العلمية لتحديد الموهبة ولتطوير المهارات، وزيادة على ذلك فهناك الحاجة إلى العمل المشترك بين مجموعة العلوم لإنعاش وتعزيز فهمنا لإشراك مهارات اللعب في كرة القدم وزيادة التحكم بمهارات اللعبة.

وللبدء لا بد من أن نفهم أن نظرية الأنظمة الديناميكية (الحركية) هي الأطار النظري المناسب لفهم عمليات التحكم والتعاون والمشاركة بمهارات لعبة كرة القدم، فلنركز إذن على الأنماط الوظيفية للمشاركة والتعاون بين درجات الحرية المختارة في الأنظمة الحركية تحت معوقات وحدود أثناء السلوك الموجه نحو تحقيق الهدف وإصابته.

ونرى أن مناهج نمط العمليات هي من مناهج نظرية الأنظمة الديناميكية والتي تؤكد على تطوير الدور الوظيفي في تنويع الحركات وإشراك هذه الحركات باستخدام أساليب ميكانيكية حيوية لتحليل مهارات كرة القدم. وفي هذا الفصل نعرض مراجعة سريعة لتحليلات ومفاهيم ميكانيكية حيوية تخص مهارات كرة القدم وكيفية تطويرها، وما هي العبر والدروس التي نستقيها من البحوث للانتقاء وتحديد المواهب بالمدارس الكروية، وكذلك نتطرق إلى مضامين تحديد الموهبة والدقة المتناهية في الممارسة والتدريب.

المناهج التقليدية ومناهج الأنظمة الديناميكية:

أكدت المناهج التقليدية عن السلوك الحركي وخاصة منهج (الصندوق الأسود) والذي يؤكد على أنه من الضروري الاعتماد على مراقبة وملاحظة معلومات النتائج المعروفة بالدقة ودرجات الأخطاء في الحركات، وهي مسألة افتراض عمليات التحكم (المتمثلة ببرمجة الفهم "الحس" والاستجابة).

إنّ قياس واحتساب معلومات النتائج يزودنا بمعلومات مباشرة ولكنها قليلة جداً فيما يخص نظام الحركة الداخلي الغير ظاهر، ورغم هذا التحديد في الدراسات السابقة فيما يخص أنماط الحركة الموضعية المؤقتة الثابتة والمعادة تلقائياً والتي تأتي أصلاً من استخدام التحكم المبرمج سلفاً في زمن التحكم، وتحاول هذه الدراسات أن تبرهن أن اللاعبين أصحاب الخبرة يكون أدائهم ذا مستوى عالٍ لأنهم يكتسبون المهارة عن طريق برمجة الحركات وهم الذين يعرفون الفترة الدقيقة للبرامج ولبرمجة الحركة بالذات، وعلى سبيل المثال وبحكم التجربة والخبرة الخاصة بممارسة برمجة البدء أي البدء بركل الكرة فإنهم يفلحون في تحديد النقطة الزمنية للبدء بتحريك وتوجيه حركة الضربة الأولى والذي يكون من نوع السلسلة المفتوحة*.

لقد رفض الباحثون والمختصون في علم نفس البيئة فكرة الفترات المعروفة للحركة عند اللاعبين أصحاب الخبرة أو المحترفين، بل نرى أن هؤلاء العلماء يميلون لتفضيل المفاهيم الأخرى ومنها مفهوم التنظيم البصري ومفهوم التنويع الوظيفي، وهذا ما يغاير الاعتماد على الفترات المعروفة والتي بحاجة إلى بدايات تنشيط فقط لما هو مخزون من معلومات.

---

* السلسلة الكينماتيكية: النظام المتكون من أعضاء مختلفة والتي يرتبط بعضها بالبعض الآخر عن طريق المفاصل على أن يكون هذا النظام قابلاً للحركة وقد تكون هذه السلسلة مغلقة إذا ما كانت حلقات السلسلة لجسم الإنسان مرتبطة بالأرض كالأطراف السفلى وإذا ما كانت على العكس من ذلك كالأطراف العليا بدون إنّ تتصل بأحد الأجهزة فإنها تمثل سلسلة مفتوحة. وللاستزادة أكثر بخصوص هذا الموضوع أطلع على المصادر الآتية:

- محمد يوسف الشيخ، الميكانيكا الحيوية وعلم الحركة للتمارين الرياضية، ص135.
- جيردهوخموث، الميكانيكا الحيوية وطرق البحث للحركات الرياضية، ص144.
- لؤي غانم الصميدعي، البيوميكانيك والرياضة، ص127.

إنّ المهم في المنهج هو أن فرضية التوقيت العملي والتي جاء بها كل من Tyldesley and Whiting1975 أن اللاعب ذا الخبرة الجيدة قد تكون أفعاله مبرمجة مسبقاً، وقد اتخذ البعض نتائج عمل هذين الباحثين وتبنوها وأعادوا تأويلها لكي تعزز وتسند دراساتهم في نمط السلسة المفتوحة للتحكم وقد ذهب هؤلاء في تفسيرهم إلى ما هو ابعد من الأصل لمجال المعلومات التي أخذوها من الباحثين Tyldesley and Whiting، ورغم أن هذين الباحثين تحدثا حول النموذج الحركي والمسألة المحكمة التوقيت للأوامر العضلية، وقد ذكروا بدون تكتم أو تحفظ عن المساواة بين أنماط الحركة الثابتة والتي يمكن تكرارها بالتحكم من نوع السلسلة المفتوحة، ولكن هذه المساواة هي مجرد إدعاء لم تثبت صحته علمياً وتجريبياً لحد الآن، وأن التحكم المبرمج عند الرجال كان فيه تحدياً لما أثبتته التجارب العلمية وأن هذا التحكم يستدل عليه من المعلومات التي تسمى Ballistic بالحركة الذاتية الدفع.

وقد تبنى Van Soest and Beek 1996 نموذجاً حديثاً من نمط السلسلة المفتوحة عند ركل الكرة وأسمياه النموذج الدافع أو نموذج التغذية الدافعة الحركية Adynamical, Feedforward Model والذي يقتضي أنه بمجرد حركة صغيرة سوف تدفع بالساق الراكلة إلى حركتها المطلوبة عند اتصالها بالكرة، ومع هذا فإن هناك محددان لتلك الدراسة وهما بحاجة إلى الانتباه أولاً أنها دراسة تعتمد على إدخال الحاسوب الذي يفسر لغة الأرقام بحركة عضلية وهذا التفسير لم يدرس ويمحص لحد الآن، ثانياً أن نمط السلسة المفتوحة تلعب بمجرد التعامل المحدود مع ركل الكرة وهي في حالة سكون.

أكثر النماذج حداثة لتفسير المشاركة يعتبر أنظمة حركات الإنسان بأنها أمثلة على أنظمة الحركة اللاخطية، وبصورة عامة فإن الأنظمة الديناميكية هي تلك الأنظمة التي تضم عدة أنظمة متفاعلة في الطبيعة وهي حركات مطلوبة لإحداث التغيير بالعضو مقارنة مع بقية الأعضاء في عملية التفاعل (وهذا ما نجده في أنظمة الطقس والأنظمة الاجتماعية والأنظمة الكيميائية) فالأنظمة الديناميكية اللاخطية Non-linear dynamical systems قادرة على الحصول على تصرف وفعل غير خطي

والتعامل مع العلاقات الثابتة وغير الثابتة بين أجزاء الأنظمة والتي تظهر أثناء إعادة الأنظمة لبعض أجزائها ومقوماتها كجزء من عملية التنظيم العادي للعمليات.

فالأدوات والمفاهيم الديناميكية غير الخطية قد استخدمت مؤخراً وطبقت على دراسة للمشاركة في أنظمة حركات معقدة وعلى درجات متفاوتة من درجات الحرية، ولدراسة كيفية تغيير نظام الحركات أثناء الأداء إذ يمكن القول أن التكامل بين النظرية والأساليب في الميكانيكا الحيوية والحركات الديناميكية أمر مطلوب هنا.

وفي عام 1992 لخصSparrow المضامين الشاملة للأنظمة الديناميكية فيما يخص السلوك الحركي للأنظمة الفرعية للميكانيكا الحيوية والتحكم في الحركة ويرى في خلاصته أن الفهم الجيد للعمليات يكمن في متابعة المشاركة والتحكم في الحركات من خلال تحليل الحركة كينماتيكياً وكينتيكياً بل أنها تتطلب رسم الإطار العام والنظري من أجل توفير القاعدة الأساسية لتفسير التغيرات التي يمكن ملاحظتها ومراقبتها وهي ترافق التطبيقات والتمارين.

وتزايد الاهتمام مؤخراً بتحليل المشاركة ذات الدرجات الحرية المتعددة للحركات الرياضية كالأفعال الاعتراضية السريعة مستخدمين أطار نظرية الأنظمة الديناميكية أمثال Davids et al. 2000، Handford.1997 .

إنّ من المعاني الحساسة لهذا النهج أن نماذج التعاون أو المشاركة الوظيفية تظهر تحت مهام التنافس والتعاون حيث المعوقات أو المحددات للأعصاب والعضلات الحركية وإن هذه المجموعات من المحددات والقيود تتفاعل لتضغط على نظام الحركات وتجعله بحالة مناسبة للسلوك الموجه لتحقيق الهدف خاصة عند ركل الكرة، وفي محاولته للتوصل إلى سلوك موجّه وظيفي بسبب تأثير المحددات لنظام الحركة.

ولابد هنا من الأشارة إلى الفرق بين مفهوم المشاركة والتحكم والمهارة، فالمشاركة تشير إلى العملية التي يتجمع عن طريقها مكونات النظام الحركي

مشكلين علاقات مناسبة ومتجانسة أثناء تحقيق أو إصابة الهدف وعلى سبيل المثال إنّ الاستخدام الناجح لمهارات الأداء في لعبة كرة القدم يتطلب من اللاعب أن يحشد كل ما من شأنه التوصل إلى المشاركة الناجحة وهذا ما يسمى في الأفعال والنشاطات السريعة بأسم "أقصى تقريب" للتسلسل الزماني لحركات البداية للمفصل.

أما التحكم فيشير إلى القدرة المكتسبة من قبل اللاعبين الهواة في قدرته على تغيير اتجاهات الحركة ومعالمها ومن هذه المعالم هي القوة والسرعة ودوام بقائهما.

أما المهارة فهي الدقة بمشاركة وتحكم مكونات النظام الحركي للوصول إلى أفضل النتائج عند الأداء في جميع المواقف التي تتطلبها اللعبة.

ورغم أن التحكم والمشاركة بقوة الركل مثلاً قد يبقيان على ما هو عليه فإن النتائج الفعلية قد تتبدل ما دامت المهارة تتضمن وضع القدم في زاوية محددة لتحقيق المسار المطلوب للكرة أثناء طيرانها، لأن المهارة ما هي إلّا أداء التكنيك في ظل ظروف المباراة.

إنّ محاولات نمذجة عمليات المشاركة والتحكم في ركل الكرة لا تتطلب فقط فهم التعاون فيما بين مكونات النظام بل تتطلب المشاركة بين النظام الحركي والكرة، ويطلق اليوم المصطلح المعروف(مفهوم بيرنستن) Concept Bernstein's على كيفية خروج التعاون بين مقومات النظام الحركي البشري وبدرجات متفاوتة من درجات الحرية لكل من العضلات والمفاصل وجزء من الأطراف إضافة إلى المعالم أو العوامل الأخرى التي قد تؤثر في حركة العضو المتحرك أي بتحوله إلى نظام متحكم فيه وتحت السيطرة.

إنّ الأفعال السريعة كركل الكرة ما هي إلّا أفعال معقدة جداً لها محدداتها المكانية والزمانية التي تؤثر في تحديد مسار الكرة عند طيرانها ولابد للاعب أن يستجيب لجميع المتطلبات الرياضية فالطريق إلى الأداء الناجح لاستخدام الطرف المتحرك حركة مباغته يقتضي كون هذا الطرف بالمكان المناسب وفي الوقت المناسب كي يستدعي في نفس القوة لدفع الكرة بالاتجاه الصحيح، وللإستجابة الجيدة

لمحددات ركل الكرة بدقة لابد للاعب من التفاعل بين المعلومات التي يوفرها جهاز الإحساس عند اللاعب (ومن هذه الأمور ما يهم وضع ومسار الكرة وكذلك معرفة مكونات النظام الحركي التي قد يسلط الضوء على مكونات حركة الانتقال)، وهنا لابد من أشباع بعض المتطلبات التي تقوم عليها هذه الحركة، فعلى اللاعب أن يسيطر على مشاركة أجزاء القدم والعضلات لتحقيق أقصى ما يمكن من سرعة حركة القدم لحظة اتصالها بالكرة. لذا فإن المشاركة والتحكم بحركة القدم تتطلب تحليلاً بيوميكانيكياً مفصلاً لزيادة سرعة حركة القدم وقوتها.

التحليل البيوميكانيكي الكمي والنوعي في كرة القدم.

التحليل الديناميكي للأنظمة فيما يخص عمليات المشاركة والتحكم في كرة القدم تقتضي قبل كل شي التكامل بين ما جاء في نظرية التحكم الحركي والأساليب الميكانيكية الحيوية المتبعة في القياسات، التحليل البيوميكانيكي للمهارات الحركية يمكن أن تستخدم طرائق التقييم الكمي(المقداري) أو النوعي (الكيفي) أو الأثنين معاً في التحليل، حيث تعتمد طريقة القياس النوعي على ملاحظات الأفعال المهارية والتي يمكن تفسيرها على مستوى الأداء وعلى مستوى الحركة وهو أسلوب أو منهج مفيد لتحديد الخصائص العامة وتزويد الباحثين والدارسين بالمهارة المطلوبة إضافة إلى أن هذا المنهج يقدم طريقة للتمييز السريع بين أنواع الأداء على مستوى الفرد وعلى المجموعة (بين فردين أو أكثر) ومن الأمور التي يمكن تحليلها هنا الحالة الفسيولوجية للاعب وتغيير مهاراته، فمن خلال هذا النوع من التحليل يتم معرفة الشكل الخارجي المميز له من حيث المسار العام دون التمكن من دراسة دقائق أجزاء الحركة والعوامل المؤثرة فيها، أي وصف حركة اللاعب دون الخوض في تفاصيل القياسات الرقمية، فبمواصلة التمرين والتدريب يمتلك الأفراد المهارة والقدرة على التمييز بين أداء وآخر وبين مهارة وأخرى وبين فرد وآخر.

إنّ هذا المنهج يضم النظرية المفضلة من قبل المدربين واللاعبين، وإن التفاصيل أو الدقة للتحليل النوعي قد تتزايد خاصة إذا ما استخدمت تقنيات الإعادة والعرض البطيء والتوقف عن طريق التسجيل الفيديوي للمهارة كما تم التطرق إليه في الفصل الثاني، إنّ التحليل النوعي مثلاً يستخدم لتحديد أغلب خصائص مهارة ركل الكرة وكذلك تستخدم لبيان تطور هذه المهارة وخصائصها وقد رأى Wickstrom 1975 في مسحه العرضي والطولي لركل الكرة أن هناك أربع مراحل عند الأطفال ما بين 2- 6 سنوات من عمرهم هي:

المرحلة الأولى: تتطلب حركة بندولية أساسية للساق الراكلة مع إنثناء قليل للركبة وبينت المرحلة الثانية: مزيداً من دفع الساق للوراء أثناء الاستعداد للركل مع إنثناء مفصل الورك وأظهرت المرحلة الثالثة: إنثناء أكثر للركبة أما المرحلة الرابعة: فأظهرت الدوران الحوضي.

وفي دراسة لاحقة بيّن Bloomfield et al. 1979 ست مراحل عند إعداد

الأولاد للعبة كرة القدم بين 2- 12 من عمرهم وهي مراحل تشبه تلك التي وضعها Wickstrom1975 وقد أضاف هؤلاء مرحلتين، فالمرحلة الخامسة تتضمن حركة استعدادية لمرجحة الرجل الراكلة للأمام والمرحلة السادسة تبين الاقتراب الزاوي، ليتوصلوا إلى وصف المهارة الجيدة حيث الشد القوي لأعلى الحوض وإنشاء الركبة أثناء التأرجح للوراء. وأوضح Wickstrom1983 إطار عملي لتحليل تطور الأداء المهاري للركل بكرة القدم كما موضح ذلك في جدول(2). وقد ظهر أن الخصائص الأساسية لركل الكرة تظهر كاملة عند الكثير من الأولاد قبل أن يبلغوا السادسة من أعمارهم ولهذه المسألة أثرها في اكتشاف الموهبة وتطوير المهارة.

جدول2

يبين إطار عملي لتحليل تطور الأداء المهاري للركل بكرة القدم.

تسلسل تطور مهارة الركل	خصائص المشاركة والتوقيت لمراحل الحركة
المرحلة الأولى	اخذ خطوة تحضيرية إلى الأمام بالرجل الساندة مع تدوير الحوض للخلف ولجانب الجهة المعاكسة للقدم الساندة فضلاً عن مرجحة فخذ الرجل الراكلة للخلف.
المرحلة الثانية	دوران الحوض إلى الأمام ومرجحة الساق للرجل الراكلة للخلف متزامنة مع إنثناء مفصلي الورك والركبة
المرحلة الثالثة	مد قصوي لمفاصل الرجل الراكلة
المرحلة الرابعة	تباطؤ لحظي أو إيقاف ثني الفخذ بحركة خاطفة مع المد الكامل قبل اتصال القدم بالكرة.
المرحلة الخامسة	مرجحة الرجل الراكلة للأمام بعكس الذراع كرد فعل على العمل القوي للرجل الراكلة

نقلا عن Davids, et al. (2000)

أما التحليل الكمي فقد يضيف إلى كل هذا المزيد من التفاصيل والمعلومات حول المهارة المعتمدة على القياسات الميكانيكية الحيوية المأخوذة عن الحركة مباشرة أو عن طريق تسجيل تلك الحركة، لذا فهو يعمل على توصيف حركة اللاعب ككل أو حركة جزء من أجزائه توصيفاً قياسياً أو رقمياً حيث تساهم هذه الطريقة في تحويل الأداء الحركي إلى قيم قياسية تعبر عن معاني لها مدلولاتها بالنسبة للمبادئ والقوانين التي يستعان بها من العلوم الأخرى.

مفاهيم ميكانيكية لتطوير المهارات في كرة القدم:

تحولت أنظمة الحركة التي كان ينظر إليها على أنها في غاية التعقيد إلى أنظمة مبسطة وميسّرة يسهل تطبيقها واستخدامها في كرة القدم. لقد قدم لنا منهاج الأنظمة الديناميكية أُطرٍ للبحث المتفاعل والذي يستفيد من عدة معارف وعلوم وتخصصات في أن واحد.

إنّ نقطة البداية لدراسة التعاون أو المشاركة هي الدراسة التفصيلية لأداء اللاعبين المهرة في اللعبة وحالما تتم معرفة قواعد وأنماط المهارة المتقنة يصبح بالإمكان وضع الإطار المرجعي لما نحتاج إلى تأويله فيما يخص التغيرات أو المستجدات في الأداء لخدمة عملية إتقان تلك المهارة.

إنّ فهمنا لما يجب علينا أن نتقنه يساعدنا كدارسين وباحثين في العلوم الرياضية للتوصل إلى قرارات صحيحة بالنسبة للمتغيرات التي تؤثر في اللعبة وإن دراسة التغير في أنماط المشاركة تقتضي إتقان الوصف الميكانيكي الحيوي. إنّ قياس التغيرات في المشاركة وأنماطها نتيجة للتعلم والممارسة والتمرين تقتضي إعطاء وصف ميكانيكي حيوي، إذ أنّ العلاقة بين الميكانيكا الحيوية والتحكم الحركي تعين المدربين وخاصة العاملين بالمدارس الكروية من الفهم المعمق والواسع عن كيفية توفير وتهيئة الظروف الموضوعية والذاتية للارتقاء بمستوى اللعبة، فعلى سبيل المثال القرارات الأساسية الخاصة بتجزئة المهارات من أجل التدريب لمعرفة متى وكيف للمدرب أن يتدخل خلال عملية التدريب، ولابد من التوافق بين بيوميكانيكية الحركة والتحكم بها.

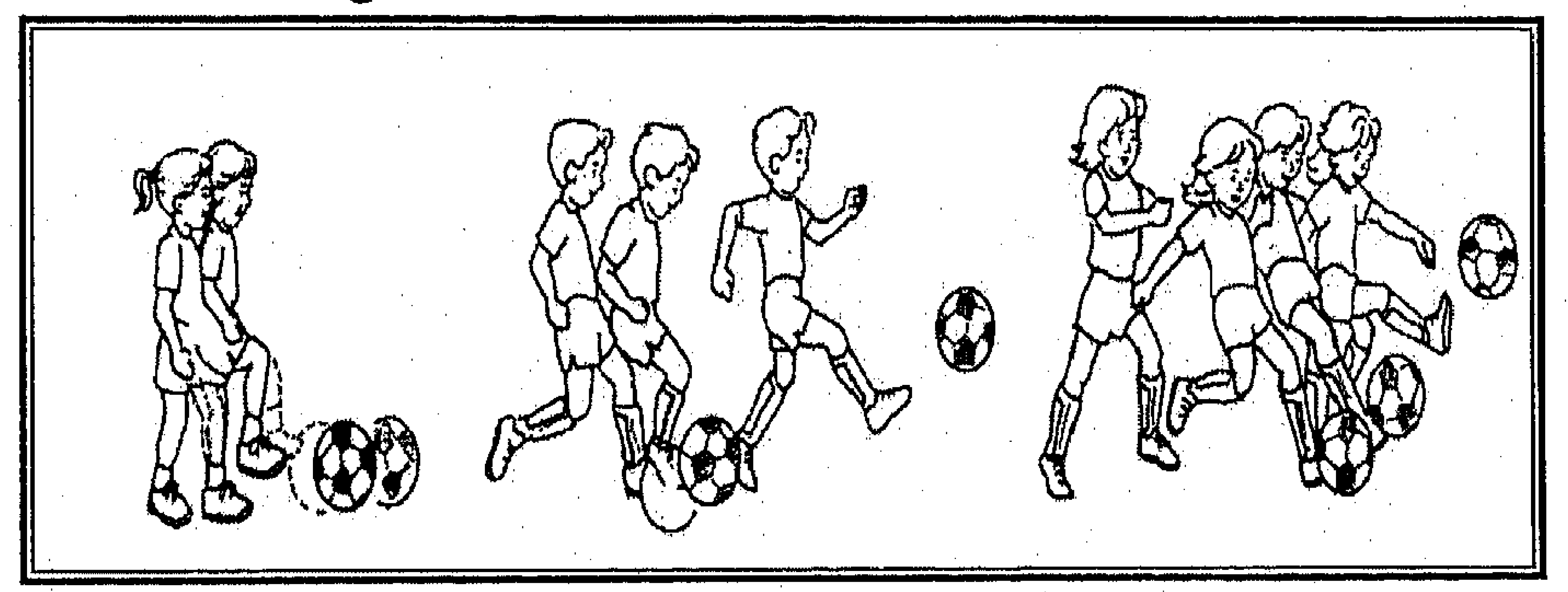
إنّ التدريب على طريقة تفهم كيفية قياس وتقدير التغيرات التي تصيب المشاركة خلال الوقت يفيد في اطلاعنا على الإجراءات وسبل تحديد الموهبة وتسهل عملية الانتقاء.

إنّ مفهوم النهوض ومفهوم المعوقات مفهومان مهمان للفهم النظري لاكتساب المشاركة والتحكم في كرة القدم. فمن الضروري التحكم ببعض درجات الحرية في عضلات ومفاصل جسم اللاعب وذلك بإيجاد طريقة للربط العضلي المفصلي ومعاونته،

وهذه المعاونة الوظيفية تتألف من "معادلات من المحددات" تحيط المكونات البدنية لنظام العمل وتحدد كيفية التحكم بدرجات الحرية وهذا التحكم قد يصبح مقنناً.

ومن التطبيقات العملية هنا أن ينهض المتعلم بتجميع وتنظيم درجات حرية النظام العضلي العصبي ويجعل من هذا النظام وحدات وظيفية مؤثرة ينفرد بها كل لاعب دون سواه وذلك لانفراده في تطوير عضلات التحكم في المشاركة لديه بحيث تصبح أنماط المشاركة أكثر جدوى في توفير الجهد على اللاعب وخاصة في المرحلتين الثانية والثالثة التي وضعها Bloomfield et al.1979 بغية تطور جهاز التحكم بعضلات المشاركة لديه، وستكون أنماط المشاركة مرنة بدرجة كافية بحيث تمكّن اللاعب من تحويل القوى والمعرفة الكامنة إلى قوى فاعلة غير خاملة تتولد من النظام العضلي المتطور لديه.

إنّ الطريق إلى تحقيق الأداء الحركي الناجح يكمن في أشباع أو الأستجابة إلى المعوقات والمحددات التي تواجه اللاعب في أية لحظة مثلاً (عندما يركل الكرة تحت ظروف جوية متقلبة وفيما إذا كانت الكرة في وضع مستقر أم متحركة وبسرعة عالية جداً أو مجرد الأستعداد لركل الكرة بقوة أو وضعها في موقع ما وبدقة متناهية).



شكل32
يوضح مفهوم Bernstein

ففي الشكل (32) الذي يوضح مفهوم Bernstein بشأن تجميد وعدم تجميد نظام درجات الحرية مع تطوير المهارات كما هو متمثل في أفعال الركل، إنّ التقدم يظهره لنا التخطيط بمتابعته من اليسار إلى اليمين حسب تسلسل الصور في الشكل،

فنلاحظ كيف تكون حركات اللاعب المبتدئ مقيدة في المدى والسرعة، وتدريجياً يكتسب اللاعب بمزيد من درجات الحرية البيوميكانيكية في حركته (خاصة دوران الجزء العلوي والحركات المتقابلة لليدين) ومدى حركة المفاصل وتطورها (توسع وامتداد حركة الركبة للرجل الراكلة) وذلك في طريق تطور مهارة الركل.

إنّ الربط التام بين الميكانيكا الحيوية وعملية التحكم بالحركات تبرز فيما يطرحه المدرب على لاعبيه وذلك بتحليله طرق التحكم والاستجابة المناسبة لبعض المحددات والقيود وخاصة بالنسبة للاعب صاحب الخبرة، وكيف يحول المدرب نجاح هذا اللاعب إلى معلومات مرتبة حول الظروف والشروط العملية الواجب على المتعلم التقيد بها وتطبيقها لتطوير مهارته الحركية.

إنّ التحليلات الميكانيكية الحيوية لمهارات اللعب بكرة القدم تساعدنا في معرفة أن "تجميد أو عدم تجميد" بعض درجات الحرية لحركات ما تكمن وراء نجاح اللاعب في تحقيق التقدم المثالي لهذا المهارات. وهذا يقودنا لتساؤل هل بالإمكان نقل ما حدث من تطور في تحليل وفهم الحركات في الألعاب الأخرى كتطور لعبة الكرة الطائرة أو كرة السلة من حيث الجانب الحركي إلى لعبة كرة القدم واكتسابها من قبل أعضاء الفريق؟

لقد جاء الدليل المؤيد لإمكانية ما تطور من تحليلات ميكانيكية حيوية في الجوانب والممارسات الرياضية الأخرى إلى مهارات كرة القدم على لسان Anderson and Sidaway 1994 حيث تم المقارنة بين التحليلات الميكانيكية الحيوية للمشاركة والتعاون عند ستة من المبتدئين مع تحليل حركات لاعبين ثلاثة على مستوى الجامعة، عند أداء المجموعتين وهم يشرعون لركل الكرة نحو هدف على شكل مربع ($2×2م^2$) وضع على بعد 5 أمتار وكانت الغاية هي تحقيق الدقة والسرعة في الركل وكانت معلومات الاختبارين القبلي والبعدي سجلت لهؤلاء اللاعبين بعد خضوعهم لمنهاج تدريبي مدته 10 أسابيع تم مراعاة نقل اثر التعلم فيه، فظهرت تطورات وتحسن كبير عند المبتدئين وذلك في سرعة الركل وسرعة الرجل الراكلة فقد حقق المبتدئين سرعة محيطية جيدة.

أما التحليلات الكمية والنوعية للمعلومات المتوفرة بهذا الصدد أكدت أن هذه النتيجة هي تحصيل حاصل في المشاركة بين شرائح الطرف السفلي أكثر من التطور في سرعة الحركة على وجه العموم، وكذلك أظهرت التحليلات لهذه المعلومات أن حركة منطقة الحوض والركبتين قد زادت بمرور الأيام وعبر مراحل التدريب وهذا ما يؤيد مراحل التعلم التي اقترحها Bernstein.

وذكروا Williams, et al. 2002 نتائج مماثلة مؤكدين على تأثير التدريب والمعرفة على المتغيرات الكينماتيكية لحركات الركل حيث كان اهتمامهم في الحركات التي تتطور بالتدريب وكذلك أكدوا على دور التغذية الراجعة في هذا المجال، ولقد اعتمد هؤلاء الباحثون على تسجيلات ركلات المبتدئين واللاعبين الماهرين على أشرطه الفيديو كاسيت وكذلك على التحليل الثنائي الأبعاد وقد وجدوا أثر التدريب في تطور حركة القدم وذلك ما أظهره الوصف والتفسير للرسومات البيانية لزاويتي الفخذ والساق. وفي هذا السبيل نجد الدور الفاعل للتغذية الراجعة في تطوير المشاركة أو التعاون.

وكما هو واضح وجلي فإن هناك الدليل في إعتماد مفهوم (تجميد وعدم تجميد) درجات حرية الحركة وما تؤيد تلك التحليلات من رُقي التعميم من أجل اكتساب مهارات الركل المطلوبة في كرة القدم، والتي من خلالها يظهر شعور عند اللاعبين هو الشعور بالاكتشاف أو التمتع بهذا الأمر فاللاعب يدأب على اكتشاف وتجميع حلول لمشاكل حركات متعددة الحرية وذلك من أجل تحقيق وتطوير المهارات في كرة القدم.

بالتدريج وعن طريق التدريب المستمر يمكن الاستفادة من الحصول على درجات حرية الجهاز الحركي عند الفرد الرياضي ويصبح سلوك هذا الفرد الخبير يتمتع بإطلاقه للمزيد من درجات الحرية وان تصبح ممارسته متنوعة ومرنة.

أظهرت التحليلات الميكانيكية الحيوية إلى أن اللاعبين الشباب يمكن أن يكتسبوا مهارات الركل من جراء التدريب، وهذا ما يتماشى مع ما توصل

إليه Wickstrom 1975، Bloomfield et al.1979 الذين أكدوا أن بإمكان الأطفال وهم في السنة السادسة من عمرهم أن يظهروا إدراكاً ونجاحاً منقطع النظير في تحقيق هذه المهارة، وكذلك أكد Van Hofsten 1983 نجاح المتدرب في تحقيق المهارة المطلوبة في بعض الأفعال (كمسك الكرة بيد واحد) والمشي والجري نحو أهداف في الهواء وذلك برسم أهداف محددة، ومن ناحية الميكانيكا الحيوية تتفاوت مراحل التعلم باختلاف الشخص، فالشباب يختلفون عن الصغار في تطوير مهارتهم ومرورهم بمراحل التعلم، وعلى سبيل المثال فإن للشباب نمط مشاركة ما أو لنقول نمط المشاركة المستقر الذي قد ينقلونه إلى مهمات أخرى كتطبيقه واجب جديد حيث يمثل العلاقة بين الأدراك الحسي ومسك الكرة بيد واحدة، أما بالنسبة للصغار فإن مهمتهم تعتمد على التجميع وتحشيد نمط المشاركة الملائم وبالتدريج وبمرور الوقت وبالتدريب تصبح نمطاً مستقراً أكثر فأكثر.

فمدربي المدارس الكروية يجب أن يكونوا ملمين وعارفين بعملية خلق هذا النمط الجذاب عند اللاعبين. ومن الناحية النظرية هناك تركيز متزايد على دراسة الفروق عند الفرد من جهة وبين الأفراد من جهة أخرى في دراسة وتحليل الأنظمة الحركة الديناميكية أكثر مما كان عليه الاهتمام في المناهج السابقة لدراسة الحركات في الأداء والأكتساب المهاري. إنّ سبب هذا الاهتمام هو أن هناك المزيد من الاهتمام أخذ الباحثون يوجهونه لمحددات نظام الحركة عند الفرد والمحددات والتباين بين الأفراد، وبما أن الأفراد يتباينون فيما بينهم فيما هو متوفر لديهم من معوقات فإن متابعة الانفرادية في أداء المهمات أمر أهتم به المختصون حيث طبقوا الانحراف المعياري ومعاملات الترابط وتغيرها من المعلومات الإحصائية ولكن هذه الأمور لا تكفي لوحدها في أطار أنظمة الحركات الديناميكية فلابد من ملاحظة الحركات ومتابعتها أثناء الأداء وذلك للتجاوب مع بعض المحددات إذ لابد من أجراء الكثير من التجارب بخصوص المحددات والقيود التي تؤثر على المشاركة والتحكم الحركي، وإن لهذا الأمر أهميته البالغة للمدربين في محاولتهم لتأويل وتفسير الأنماط الحركية عند اللاعبين الصغار والهواة وكيف يتغير هؤلاء عبر مرور الأيام من التدريب.

العبر والدروس التي نستقيها من البحوث لانتقاء المواهب بالمدارس الكروية:

لابد من التفكير بالمضامين والتطبيقات في اختيار لاعبي كرة القدم وتدريبهم وممارساتهم بمدرسة كرة القدم، فهناك إشارات للدراسات الممكنة تولدت لدى الكثيرين من المهتمين والباحثين بمجال كرة القدم ستأتي أن شاء الله مستقبلاً التي نتوقع لها أثراً بالغاً على تطور اللعبة وخاصة بعد هذا الانفتاح والتعاون بين شتى ومختلف الاختصاصات.

وقد يساء استخدام مفهوم الانتقاء وكأنه مرادف لمفردة تحديد المواهب أو اكتشاف تلك المواهب فلابد هنا من الفصل بين هذه المفاهيم الثلاثة ورغم أنها تشترك في إصدار الحكم بشأن مواصفات اللاعب الذي يجد أحياناً عند الأداء اهتماماً ما.

فمفهوم الانتقاء يظهر بين الأشخاص المتنافسين في رياضة ما أو نشاط ما، فإن لاعبي فريق كرة القدم الأحد عشر لاعباً يتم انتقائهم من بين مجموعة متنافسة كبيرة وحتى قبل بداية اللعبة فهناك اختيار وتحديد وانتقاء من قبل المدرب أو المدير الفني اللذان يعتمدان الأداء معياراً لهم في انتخابهم فاللاعب قد يكلف بأداء ما للحكم على مؤهلاته والقرار بأنه ملائم. فالانتقاء يقع بين أفراد من خلال أداءهم لأفعال تنافسية محددة قبل بداية اللعبة (وبتعبير آخر هل هذا هو الفريق الذي سيكسب اللعبة في ظروف متغيرة وتحت قيود محددة؟).

أما تحديد المواهب فإنه يظهر عندما يتوافر عدد من اللاعبين المتنافسين هم مشاركون في لعبة ما أو رياضة ما ويكون الحكم على هذا اللاعب معتمدةٍ على المؤهلات لا على مدى نجاحه لكسب اللعبة لصالحه، ويحصل هذا بعد مرور المتعلم أو اللاعب في منهاج تعليمي أو تدريبي، فالموهوب هو الشخص الذي يتصف بالتميز المستمر عن أقرانه بجانب أو أكثر من جوانب الحالة التدريبية.

أما الكشف فإنه يقتصر على الأفراد غير المشتركين في الفريق لحد الآن وذلك لتحديد قدرة الفرد وأهميته للأشتراك في منهاج تدريبي لاحق. وفيما يتعلق بكرة القدم فإن عملية الانتقاء وتحديد المواهب فهما نهجان تُعتمد فيهما نتائج الأداء معياراً.

إنّ نتائج الأداء حاسمة بالنسبة للانتقاء ما دام الهدف هو كسب اللعبة والفوز بها ، وليس الأمر هو تحديد ما سيحتاجه الفريق من مواصفات مستقبلاً، ليس هو المطلوب هنا بل بالعكس فإن الانتقاء وتحديد المواهب يعتمدان على ما سبق تحقيقه واكتسابه من قبل الفرد وفي هذا مجال التحيز في الانتقاء.

إنّ تاريخ تطوير المهارة يساعد على الانتقاء والذي يتم فيه انتقاء أكبر الأولاد عادة فالأولاد الأكبر حجماً وسناً هم الأقوى في ركل الكرة بشدة ولمسافات أبعد وهؤلاء هم الأفراد الذين يزدادون مهارة كلما كانوا أكبر عمراً، أن هذا التحيز للكبار قد يحرم البعض من أعطائه الفرصة بأخذ موقعه في صفوف الفرق الممتازة أو في فرق المنتخبات أو الأولمبيات والأفضل هنا هو اعتماد الأصغر أن كانوا أكثر وأفضل مواصفات ومؤهلات، فالمنهج الأسلم هو النهج التطوري الذي يعتمد حالياً في الدول الأوربية والأخذ بنظر الاعتبار لما سيؤول إليه هذا اللاعب لا على ما حصل فحسب.

إنّ الأسلوب الوارد في انتقاء أكبر وأقوى الأفراد لا يقتصر على كرة القدم بل هناك أثنا عشر لعبة تعتمد هذا المنهج ذاته، حيث في المسح الكبير الذي أجراه Moore et al.1998 اتضح أن خمساً من هذه الألعاب الرياضية الأثني عشر بدأت تعتمد أسلوب تحديد المواهب بدلاً من النهج السابق وهذه الألعاب هي: (الجمباز، الهوكي، الكرة الطائرة، كرة القدم بنوعيها) ولكن هذين النهجين لم يخضعا للتمحيص العلمي، إلّا أنه يلاحظ أن لعبة الجمباز بدأت تعتمد على مجموعة من العوامل والمتغيرات في تحديد الأداء المستقبلي للاعبين.

إنّ عملية وضع التقييم المعتمد على المحك أو المحكات ليست بالعملية السهلة فيما يتعلق بتحديد المواهب الرياضية بل أنها عملية تتطلب التحليل الدقيق والتفصيلي.

إنّ مهارات كرة القدم كالركل تتطلب الإطار النظري الذي يقود إليه منهج الأنظمة الديناميكية والأساليب الميكانيكية الحيوية المناسبة وذلك المنهج وتلك الأساليب قد تعين وتساعد في تطوير معايير أداء ثابتة. فالسؤال المناسب هنا هو ما هي مواصفات الحركة للراكل المحترف في فريق الشباب؟

إنّ مثل هذا التحليل يتطلب اعتماد الدراسات الطولية والمستعرضة تشمل كل الجهات المسؤولة والعلماء والمؤسسات المهتمة بالميكانيكا الحيوية والتحكم بالحركة.

وبغض النظر عن العملية المستخدمة في تحديد اللاعبين الجدد (الصغار) فإنهم لن يدربوا بصورة صحيحة دون إعداد منهاج تدريبي جيد يتناسب مع قابلياتهم وإمكانياتهم، حيث نلاحظ في الدراسة السابقة أن معظم لاعبي الألعاب الأثنى عشر التي شملها المسح قد اعتمدت في إعدادهم على عامل أو عوامل محدودة والتي يعتمدها المدرب لتحديد اللاعب الذي يحقق النتائج التنافسية وهذا ما يعلل إنسحاب العديد من اللاعبين في الفترات الانتقالية من فئة عمرية إلى فئة عمرية أخرى حيث ينتقل اللاعب من لاعب جيد إلى لاعب أقل أداء وهذا ما نلاحظه في الكثير من فرق أندية الدوري العراقي وحتى فرق المنتخبات الوطنية بكرة القدم فالبديل المقترح هنا هو استخدام المنهج المشترك الذي يجمع بين الميكانيكا الحيوية والتحكم بالحركة معاً، آخذين بنظر الأعتبار ما يتعرض له المراهق من تغيرات وخاصة عند إعداد مناهج التدريب.

وبإختصار ينصح المدربون بإن يستبدلوا التأكيد على معيار النتائج بمعيار أفضل فيه مقاسات محددة تضمن التدريب المتقن والذي يعتمد المراحل الذي تتيح للاعبين أن يحققوا أفضل النتائج إذا ما اشتركوا في اللعب التنافسي دون التقيد بالفئات العمرية حسب، فالمفضل هنا الجمع بين أكثر من معيار فمثلاً الجمع بين الميكانيكا الحيوية والتحكم بالحركة وهذا هو المنهج المفضل هنا وهو نفسه المنهج الذي ذكره 1992 Sparrow.

لذا ندعو إلى إجراء بحوث ودراسات طولية ومستعرضة لتدعم تحديد المواهب وتطوير المهارة بشكل واضح، وإن مثل هذا الأمر يتطلب:

1- معرفة كيف يؤدي اللاعبون أصحاب الخبرة بعض المهارات في كرة القدم مثل الركل.

2- التأكيد على تنامي مهارات كرة القدم عبر الوقت رغم المعوقات وبما يتناسب والنضوج العضلي والعظمي للاعب الناضج.

3- ما هي أفضل الطرق لتجزئة مهارات كرة القدم كي يسهل التدريب عليها؟

4- متى يجب على المدربين التدخل؟ وكيف يكون ذلك التدخل إبان فترة الكشف عن المواهب؟

إنّ هذا المنهج المنظّم والمنتظم لدراسة تطور المهارات وتنميتها لا يقلل من شأن الحاجة إلى التنافس وعلى أعلى المستويات، بل على العكس فإن هذا التنافس أساسي لأنه يعمل على تطوير الفرق التي تتسع فئاتها العمرية وتستطيع أن تحسن الهبوط في هذه الفرق وما قد يصيبها من تلكؤ ويتم هذا بواسطة التدريب التنافسي المنسجم مع إمكانية اللاعبين الموهوبين.

لذا فإن هذا التنافس يزود الشباب بالفرص لتحقيق أفضل المستويات وكسب المباريات في ظل بعض المحددات التي تفرضها اللعبة نفسها وكذلك في ذلك فرصة للاعبين أن يطوروا مستوياتهم ضمن مقاييس محددة ويكسبون الخبرة والتجربة والمهارات والخطط ويتعلمون من أخطائهم.

وفي الوطن العربي بدأ التحرك نحو إقامة معاهد ومراكز علمية متخصصة تعمل على تطوير مهارات كرة القدم والمواصفات البدنية والخططية والسمات الذهنية، وهذا ما ينعكس بصورة إيجابية على تطوير اللعبة في المستقبل، ومن أمثلة هذه المراكز: أكاديمية التفوق الرياضي (اسباير) في قطر، وأكاديميات ومدارس كروية عديدة في مصر والعراق والإمارات والكثير من الدول العربية الأخرى.

وهكذا فالدعوة للبحث العلمي في مجالات التحكم بالحركة والميكانيكا الحيوية وتحديد الموهبة والتدريب والتنمية هي دعوة مفتوحة لمن يريد تطوير اللعبة والوصول للمستويات المطلوبة، وإن إعداد المناهج المخطط لها لتحقيق هذه المستويات يجب أن لا يقتصر على مهارة واحدة وإنما لجميع المهارات كرة القدم لا بل يجب أن تعد لاعب كرة قدم متكامل من جميع النواحي.

الفصل الخامس

دور التحكم العضلي والميكانيكا الحيوية

في تطوير مهارة الركل

الفصل الخامس

دور التحكم العضلي والميكانيكا الحيوية في تطوير مهارة الركل

المقدمة:

نستعرض في هذا الفصل دور التحكم العضلي والميكانيكا الحيوية في تطوير مهارات وفهم لعبة كرة القدم مستخدمين الركل كأهم الوسائل.

ومما لاشك فيه أن لعبة كرة القدم هي لعبة حركية تتطلب التحكم بعدة مهارات وحركات متداخلة كركل الكرة بنهاية الطرف السفلى للقدم وضرب الكرة بالرأس ومسك أو صد الكرة من قبل حارس المرمى، فما الذي تخبرنا به علوم التحكم الحركي والميكانيكا الحيوية فيما يتعلق بعمليات المشاركة والتحكم في لعبة كرة القدم وحركاتها الافتراضية؟ وهل لهذه المعلومات دور في تثبيت الموهبة وتحديد معالمها والتدريبات الخاصة بها؟ حسب متطلبات التحليل هنا لابد لنا من التركيز على مهارة ركل الكرة كوسيلة لتأدية المهمات.

وفي هذا الفصل سنبين أهم الخصائص الميكانيكية لتعلم الأداء المهاري المميز بكرة القدم وكيف يساعدنا التحكم العضلي والأساليب الميكانيكية الحيوية على فهم واكتساب المشاركة والتحكم فيما يخص مهارة ركل الكرة.

الخصائص الميكانيكية لتعلم الأداء المهاري المميز للركل.

عملت الطرق النوعية والكمية على تسهيل تحديد المزايا العامة لمهارات كرة القدم، فاستخدام الطرق النوعية كما في مهارة ركل الكرة مثلاً ساعد كثيراً في تعلم العديد من خصائص الركل ومن الجوانب المتعددة للمشاركة والتحكم في المهارة، فالركلة الجيدة تمتاز بأنها تعتمد على زاوية اقتراب بخطوة أو أكثر نحو الكرة نفسها، وكلما أقترب اللاعب من الكرة وجب عليه زيادة في سرعته بينما يقتضي الإقتراب الزاوي أن يكون الجسم في وضع بحيث يستطيع فيه اللاعب أن يدير الحوض في مجال واسع حول الكرة قبل التماس بها، وهذا الدوران يجعل الجسم يتحرك باتجاه اليمين أو اليسار لكي يرفع الورك الذي تتصل به الساق الراكلة، ويعوض بذلك عن طريق إنثناء مفصل الركبة للرجل الساندة والتي تعمل على خفض مركز ثقل الجسم ليحصل تماس بين القدم الراكلة والكرة، لذا فإن الأسلوب الزاوي يجعل الجسم في وضع بحيث يستطيع اللاعب فيه أن يمرجح الرجل الراكلة بمدى حركي واسع قبل لحظة ضرب الكرة وهذه المرجحة كما اشرنا تجعل الورك يتحرك من اليمين إلى اليسار وبالتالي يصبح الجسم مرتكزاً على رجل اليسار (بالنسبة للاعب الذي يركل الكرة بقدمه اليمنى)، والتي تعمل على خفض مركز ثقل الجسم عن طريق ثني زاوية مفصل الركبة للرجل الساندة وذلك ليحصل تماس بين القدم الراكلة والكرة أي بسبب حركة الورك من اليمين إلى اليسار أدى إلى أن يكون اللاعب مرتكزاً على أحد قدميه وبالتالي وقوع مركز ثقل الجسم فوق قدم الارتكاز بالضبط، من ذلك نستطيع القول أن خفض مركز ثقل الجسم يرتبط بنقصان درجة مد ركبة الرجل الساندة (ضمن الحدود المعقولة)، وهذا ما يحقق التوازن والاستقرار الجيد الذي يساعد على إتمام حركة الرجل وتحقيق الهدف الميكانيكي من هذه المهارة.

أما طول الخطوة الأخيرة فإنها تساعد الحوض على الدوران نحو الخلف، فكلما طالت الخطوة كلما ابتعد الحوض باتجاه الخلف في الحركة وهذا يؤدي إلى رفع القدم الراكلة بعيداً إلى الخلف وعلى مسافة أبعد، وبهذا يزداد تعجيل القدم نحو الكرة.

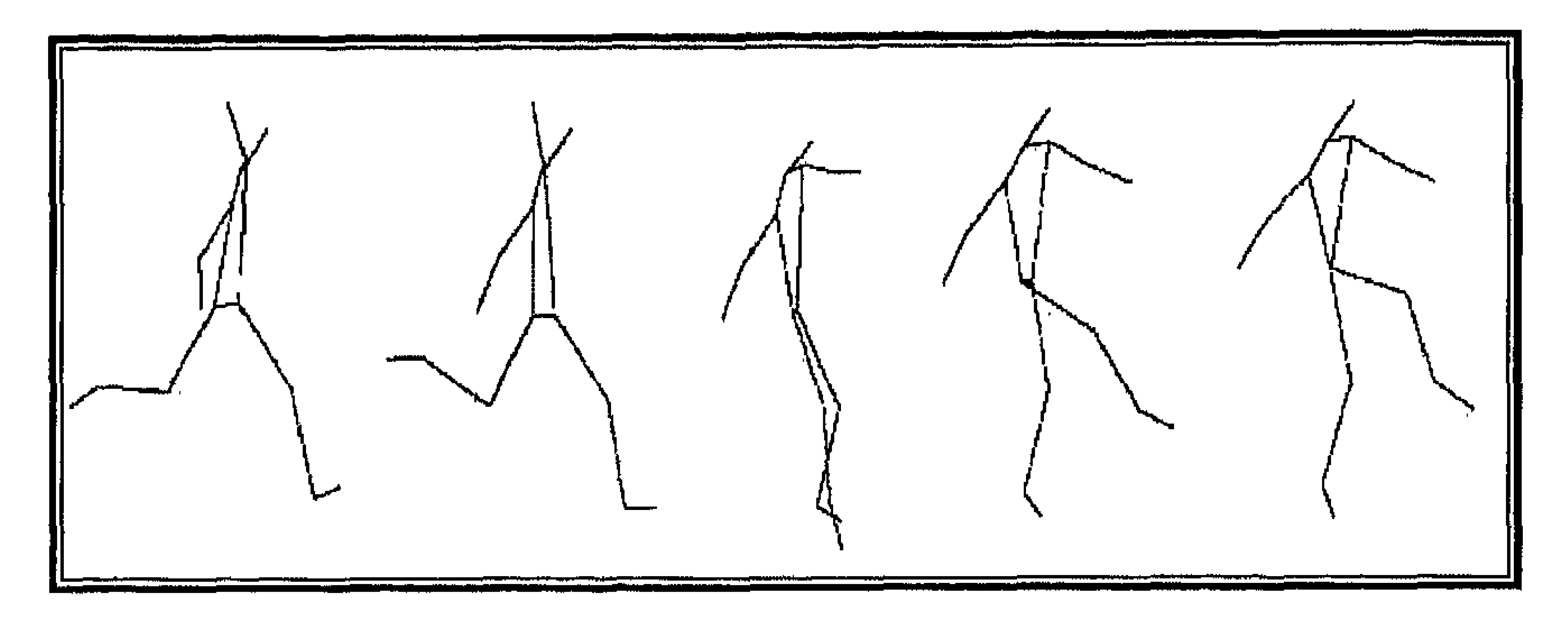
إنّ مرجحة الرجل الراكلة للخلف يعتبر من سمات الأداء الفني الجيد وذلك للحصول على مدى حركي واسع يتم من خلاله زيادة السرعة الحركية للرجل الراكلة وبالتالي انتقالها إلى الكرة إذ أنّ قوة الركل تعتمد على طول القوس الذي ترسمه الرجل الراكلة أي السرعة التي تتحرك بها الرجل الراكلة على طول هذا القوس. إنّ تطبيق الوضع الميكانيكي الصحيح عن طريق مرجحة الرجل الراكلة التي تسبق عملية ضرب الكرة حيث تكون القدم الراكلة خلال تلك المرجحة خلف الجسم وبمستوى الورك تقريباً وترجع أهمية هذا الوضع من خلال انقباض العضلات التي تثني جهة الحوض اليمنى بشدة وذلك حتى يتسنى للفخذ من مرجحته إلى الأمام حيث يبدأ التأرجح الأمامي عندما تصبح القدم الراكلة تقريباً بارتفاع الورك. إنّ لهذا الشد العضلي الأقصى فوائد ميكانيكية لخدمة الواجب الحركي المطلوب وذلك للحصول على القوة الدافعة للكرة، لذا فإن المدى الأكبر لحركة الحوض تساعد في تطوير عمل الرجل الراكلة عن طريق زيادة المدى الحركي لها والذي يسهم في تحقيق أكبر سرعة محيطية في ضرب الكرة.

وتعتبر زاوية ميلان الجذع لحظة ركل الكرة مع وجود مركز ثقل للجسم قريباً من نقطة استناد رجل الارتكاز من العوامل الميكانيكية الجوهرية في تحقيق سرعة إطلاق الكرة وبالارتفاع المطلوب، إذ أنّ ارتفاع الكرة يتوقف على درجة ميل الجذع للخلف. ونرى كثيراً من المدربين لا ينتبهون إلى أهمية الجذع وخاصة من الناحية الفيزياوية لأنه يشكل 43٪ تقريباً من كتلة الجسم وهو مفتاح الحركة بحيث يعطي قوة حركية كبيرة، لذا بات واضحاً أن الوضع الصحيح للجذع يساعد على نجاح هذه المهارة من خلال ميلان الجذع للخلف مع وجود مركز ثقل الجسم قريباً من نقطة استناد رجل الارتكاز سيجعلان الرجل الراكلة للكرة بالوصول إلى أبعد طريق وأكثر ارتفاع خلف الجسم وهذا يساعد في زيادة قيم القوة أو طول طريقة تعجيل الرجل الراكلة للكرة.

ومما تقدم فمن الضروري الاهتمام بهذا الجزء والوضع المناسب لتحقيق الهدف من هذه المهارة لأن نجاح المهارة يتوقف على الوضع الصحيح للجذع لأنه الأكبر بالنسبة

لأعضاء الجسم الأخرى وأن أكبر وأقوى العضلات قد تجمعت حوله من أجل المحافظة على وضعه وحركته.

أن الاستدارة نحو الأمام تبدأ بدوران منطقة الحوض حول أعلى الفخذ للرجل الساندة وتتزامن هذه الحركة مع دوران الفخذ مع إنثناء أعلى الفخذ للرجل الراكلة، وتستمر ركبة مفصل الركبة للرجل الراكلة بالإنثناء القصوي وتبدأ بالدوران إلى أمام بينما يقترب الفخذ من وضعه العمودي وكلما يزداد تعجيل الساق في حركته إلى الأمام كلما تدنى الفخذ نحو الأسفل وتنتقل الطاقة من الفخذ إلى الساق وتزداد السرعة الزاوية كذلك، فلتأهيل اللاعب للحصول على سرعة زاوية كبيرة لا بد له من الاستفادة من القوانين الميكانيكية الفاعلة بالأداء فالأساس الميكانيكي المهم الذي ينبغي على اللاعب عمله لإتمام هذه المهارة هو تقريب أجزاء الرجل الراكلة عن محور الدوران(مفصل الورك) وما له من علاقة في تقليل عزم القصور الذاتي وفي نفس الوقت زيادة مقدار السرعة الزاوية وهذا يتم عن طريق ثني زاويتي مفصل الورك والركبة أي كلما تمكن اللاعب من زيادة حدة الثني عمل على زيادة السرعة الزاوية لمفصل القدم للرجل الراكلة، لذلك يمكننا القول أن التقصير لنصف قطر الدوران يؤدي إلى التقليل من عزم القصور الذاتي وبالتالي زيادة السرعة الزاوية وهذا له أثر في زيادة السرعة المحيطية للرجل الراكلة وذلك بسبب العلاقة الطردية بين السرعة الزاوية والسرعة المحيطية حيث تنتقل السرعة المحيطية إلى الجسم المقذوف من خلال السرعة الزاوية لأجزاء الطرف المستخدم في الركل، فالسرعة المحيطية للطرف المسؤول عن أداء المهمة المطلوبة تعتمد على سرعته الزاوية وطول نصف قطر الدوران للرجل الراكلة وبالتالي زيادة فعالية الركل.



شكل33

يوضح التسلسل الحركي لمهارة ركل الكرة بالقدم.

ففي الركلة الماهرة فإن السرعة المحيطية للقدم تحقق أكبر قيمة لها قبل التماس بالكرة بقليل جداً أما الرجل الركلة للكرة فقد تكون ممدودة بأقصى درجة ممكنة عند تماسها مع الكرة وتبقى كذلك حتى بعد ضرب الكرة حيث تبدأ بعد ذلك الركبة بتقليل الشد وتأخذ بالإنثناء.

إنّ السرعة المحيطية لمفصل القدم للرجل الراكلة تعتبر محكاً ومؤشراً موضوعياً لتقيم سرعة أطلاق الكرة ففي هذا الجزء من المهارة يتطلب من اللاعب إبعاد أجزاء الجسم الدائر عن محور الدوران إلى أبعد ما يمكن أي مد الرجل الراكلة مداً كاملاً وبدون ثني في مفاصلها وذلك للإستفادة التامة من تأثير مبدأ إطالة نصف قطر الدوران كي تزداد السرعة المحيطية للجسم الدائر والتي تساعد على زيادة سرعة الركل، إذ يمكننا القول أنه ينبغي أن تكون حركة الرجل الراكلة سريعة جداً لأن عن طريقها تتحد سرعة الكرة، أن الأداء الناجح في المهارة يأتي من خلال الحصول على كمية حركة تساعد الرجل الراكلة بتحريك الكرة بسرعة عالية ويتم هذا بالاعتماد على السرعة المحيطية للرجل الراكلة. حيث أنّ مقدار ما تفقده الرجل الراكلة من سرعة أثناء ركلها الكرة تكتسبه الكرة ومن ذلك يتضح أن كمية الحركة قبل التصادم تساوي كمية الحركة بعد التصادم ففقدان جزء من كمية حركة أحد الجسمين يكتسبه الجسم الآخر (قانون حفظ الزخم).

ومجمل هذه الأمور تساعد القدم أن تبلغ أقصى سرعتها وهذه الأخيرة هي التي

تحدد سرعة الكرة، أما العوامل الأخرى مثل كتلة كرة القدم وكتلة القدم الراكلة وضغط الكرة وتشويه القدم، كلها تؤثر في السرعة النهائية للكرة، وعلى الرغم من ان قيم سرعة الكرة التي يتم الابلاغ عنها من قبل الباحثين من خلال تجاربهم هي اقل مقارنة مع تلك التي وجدت خلال المنافسة، ففي بطولة كأس العالم 1990 وصلت سرعة الكرة 32- 35 متر/ثا، ووصلت سرعة الكرة للهدف الثاني لنجم ريال مدريد كريستيانو رونالدو أمام زيوريخ بدوري أبطال أوربا 2010/2009 كانت بحدود 37م/ثا، وكذلك ركلة اللاعب البرازيلي الأسطورة روبرتو كارلوس أمام فرنسا سنة 1997م فقد قُدّرت سرعتها إلى ما يقارب 44م/ثا.

ومما لاشك فيه ان الوصول إلى هذه القيم العالية بسرعة الكرة يتم من خلال استثمار المتغيرات البيوميكانيكية بتوافق وانسيابية عالية، فتداخل كل من عنصري الدقة والسرعة ضروري لضمان تحقيق الهدف، وجب استثمار حركات أجزاء الجسم لكل ما يشغلها من أوضاع ومعدلات حركة وإيقاع وتزامن حتى تحقق هذه الحركات أفضل النتائج. إنّ عدم الاستفادة من المتغيرات البيوميكانيكية وخاصة عدم الاستفادة من تغيير نصف قطر الدوران خلال مراحل الأداء بصورة عامة ومرحلة الركل بصورة خاصة وما لها من تأثير في زيادة السرعة المحيطية للرجل الراكلة سيكون مفيداً في توليد سرعة عالية للكرة.

ومن العوامل الميكانيكية المؤثرة في نجاح مهارة الركل هي زاوية مفصل قدم الرجل الراكلة لحظة ركل الكرة، ولعل من الأخطاء الشائعة عند بعض اللاعبين هو الإهمال في شد مفصل القدم عند ملامسته للكرة مما ينتج عنه بطء في سرعة الكرة وهذا يؤدي إلى أن تكون قيم هذه الزاوية غير مناسبة في تحقيق الشروط الميكانيكية اللازمة لتحقيق الهدف من هذه المهارة، وهذا يتطلب من المدربين العمل على معالجة هذا الضعف الحاصل من خلال التأكيد على تطوير الأجزاء الرئيسية للعضلات العاملة في الأداء وذلك بهدف الوصول إلى المثالية في هذه المهارة إذ تتميز مرحلة الضرب بالانقباض الجيد للعضلات المشتركة في شد مفصل القدم. لذا فعدم الشد الكافي للعضلات المحيطية بمفصل القدم يؤدي إلى تباطؤ سرعة الكرة وفقدان الدقة أيضاً لأن صلابة الجزء المستخدم من القدم يؤثر تأثير مباشرة في قوة الضربة وسرعتها.

وتعد زاوية انطلاق الكرة من العوامل المهمة والمؤثرة على تحقيق الدقة إذ أنّ

هذه الزاوية ترتبط بشكل مباشر مع زاوية القدم الراكلة وخاصة جزء القدم الراكل للكرة إضافة إلى مقدار واتجاه القوة الدافعة للكرة، لذا بات واضحاً أن قيمة هذه الزاوية تعتمد على دقة الضربة إذ أنّ الطريق إلى الأداء الناجح يقتضي كون القدم الراكلة في المكان المناسب والوقت المناسب كي يستدعي نفس القوة لدفع الكرة وبالاتجاه الصحيح من خلال ضبط الجزء المختص من سطح القدم الملامس للكرة حيث أنّ اختلاف وضع القدم أثناء الركل يؤثر على اتجاه ومسار وسرعة الكرة إذ أنّ الأساس الميكانيكي لتحقيق الدقة يكمن في كيفية التعامل المناسب لوضعية الضربة وقاعدة ارتكاز اللاعب وعلاقة ذلك بالأجزاء الأخرى من الجسم والتي يكون لها دور فعال لأداء مهارة الركل بنجاح وفاعلية.

محددات الأداء والتحليل البيوميكانيكي في الركل.

تتحدد المشاركة وتعرّف بأنها الحركات النسبية والمتناسبة بين شرائح أجزاء الطرف (الداخلية) أو بين أكثر من طرف (الخارجية) أو بين طرف أو أجزائه واحد الأجسام الخارجية. أن المشاركة تتحدد نوعياً عن طريق تخطيط المراحل الزمنية أو عن طريق تحديد الزوايا برسوم تخطيطية مناسبة (كوضع المفاصل والسرعات، زاوية الوصلة والسرعات الزاوية).

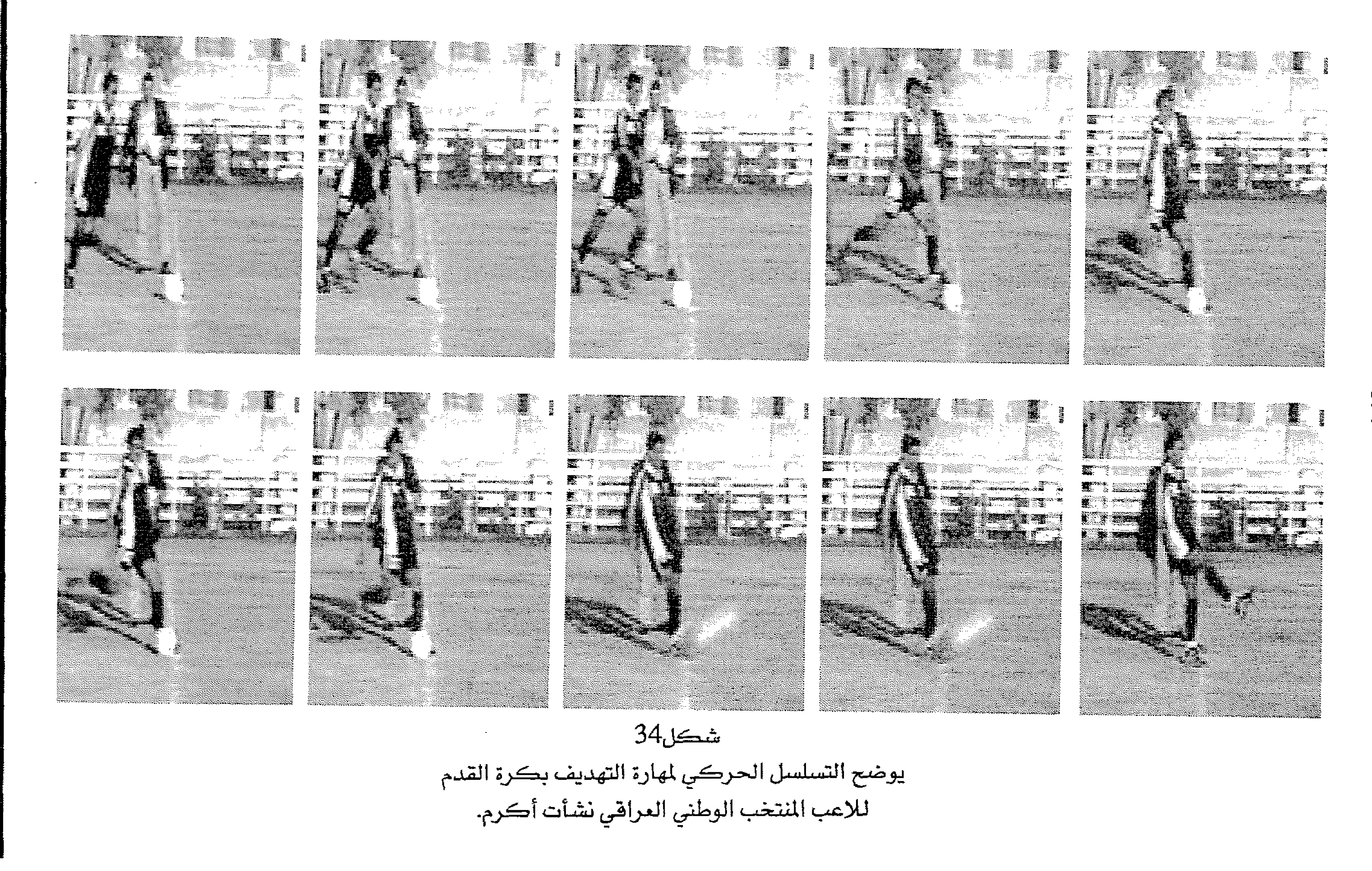
ويمكن تحديد مقدار المشاركة عن طريق الرسوم المقطعية. ورغم أن هناك العديد من الدراسات التي أجريت من أجل تحديد طبيعة المشاركة في مهارة الركل إلّا أنها استخدمت أو اعتمدت دقة السرعة أو تصنيف وتبويب التعب، وبهذا فهي لم تتعرض لهذه الظاهرة بصورة دقيقة.

درس Lees and Davies 1988 أثر التعب على مدى الركلة وطبيعة الأداء في هذا المجال، ولقد تم متابعة خمسة لاعبين متمرسين في المنتخب الوطني الانكليزي وتمت متابعة وتحليل ثلاثة ركلات يؤديها كل منهم بعد فترة إسترخاء وراحة ثم تم إخضاع كل منهم لحالة إجهاد دام 6 دقائق وطلب من كل منهم أن يركل كرة رابعة ثم أخضع كل لاعب إلى دقيقة أخرى كجهد إضافي بعدها يحاولوا متابعة الركلة الخامسة وتم تصوير هذه الركلات وتم تحليل إزاحة الرجل الراكلة والسرعة والتعجيل ومتغيراتها، ولقد لوحظت الحركات الخارجية وكانت النتائج هي أن مدى التغيير كان (5.1- 21.2٪) وبوسط حسابي (12٪) في حالة الراحة بينما كان مدى التغيير(2.9- 27.8٪) وبوسط حسابي (15.4٪) في حالة التعب وقد كانت هناك خمسة متغيرات لعبت دورها في التأثير على أداء اللاعب في حالة التعب مما مهد إلى الاستنتاج بإمكان اللاعبين إعتماد أنماط محددة ذات درجة عالية من المشاركة أثناء الأداء عندما يكونوا مجهدين وكانت هناك ثمانية من بين المتغيرات المتباينة في الحالتين (الراحة والتعب) ومع هذا فإن سرعة الكرة كانت أقل في حالة التعب إذا ما قورنت مع سرعتها في حالة الراحة، بينما كانت سرعة القدم أعلى في حالة التعب منها في حالة الراحة وقد توصل الباحثان إلى أن هناك مجالات للمشاركة قد تغيرت وتبدلت بسبب التعب ولكنهما لم يجدوا مقدار ذلك التبدل.

أما عدي جاسب حسن(2001) فقد بحث ودرس بعض المتغيرات الكينماتيكية لمهارة التهديف بكرة القدم في حالتين قبل أداء الجهد البدني وبعده لغرض التوصل إلى

تحليل الجوانب الفنية لتحقيق الدقة في التهديف، من خلال التعرف على اثر الجهد البدني على بعض المتغيرات الكينماتيكية لمهارة التهديف بكرة القدم لهدافي أندية الفرق المقدمة لدوري النخبة العراقي للموسم الرياضي 2000/1999 بغية التعرف على أفضل الطرق الاقتصادية لتنفيذ هذه المهارة وتحقيق أحسن النتائج فيها تحت شروط ميكانيكية وتشريحية وفسيولوجية بحيث لا يتعدى ذلك إطار القوانين والأنظمة الخاصة بتلك المهارة وذلك من أجل وضع الحلول الحركية المناسبة للارتقاء بمستوى اللاعبين مع استمرار حمل المباريات وبالتالي معرفة امتلاك اللاعبين ومحافظتهم على القابلية البدنية والوظيفية ومدى تأثيرها على الأسس الميكانيكية اللازمة لمتطلبات دقة مهارة التهديف بكرة القدم.

أدى (6) هدافين اختبار دقة التهديف حيث أدى كل هداف 4 محاولات بعدها خضع كل هداف إلى جهد بدني مقنن وبعد الانتهاء من هذا الجهد يعاود الهداف مباشرة من أداء المحاولات الأربع لاختبار دقة التهديف ذاته، وتم دراسة 10 متغيرات كينماتيكية تشمل متغيرات الكرة وجسم اللاعب إضافة إلى دقة التهديف.



شكل34
يوضح التسلسل الحركي لمهارة التهديف بكرة القدم
للاعب المنتخب الوطني العراقي نشأت أكرم.

وقد توصل الباحث إلى عدة استنتاجات منها وجود فروق معنوية في قيم المتغيرات الكينماتيكية في اختبار دقة التهديف قبل أداء الجهد البدني(المحاولة الناجحة) وبعد أداء الجهد البدني(المحاولة الفاشلة) ولصالح اختبار دقة التهديف قبل أداء الجهد البدني(المحاولة الناجحة). وقد حققت عينة البحث قبل أداء الجهد البدني تقدماً ملحوظاً في قيم كافة المتغيرات الكينماتيكية والتي أظهرت فاعليتها في دقة التهديف والتي اقترب البعض منها من القيم المثالية وجاءت منسجمة مع الأسس والمبادئ الميكانيكية.

أما أهم ما أوصى به الباحث فهو ضرورة اعتماد المدربين الأسس والقوانين الميكانيكية في التدريب حيث يجب التدريب على زيادة قيم السرعة الزاوية والمحيطية للرجل الراكلة اعتماداً على مبدأ أطالة نصف قطر الدوران كمبدأ ميكانيكي مهم يمكن تطبيقه من خلال التتبع الميكانيكي لمعادلة السرعة المحيطية. والتأكيد على العلاقة الديناميكية بين القدم الراكلة والكرة فكلما كانت كمية الحركة للرجل الراكلة كبيرة كلما تمكن اللاعب على تحقيق زخم حركي كبير لضرب الكرة.

وقد درسBairfield 1995 الأداء للركل بمشط القدم للرجل اليمين مقارنة بالرجل اليسار (عادةٍ ما تكون الرجل اليمين هي الأكثر سيطرة وتحكم بالكرة)، فقد طلب من 18 لاعباً أداء عشر ركلات بإحدى القدمين وأداء عشر أخرى بالقدم الأخرى، ورغم أن عدد المتغيرات الداخلة في النوعين من الركل كان 115 متغيراً، فيما يتعلق بجدولة سرعة الكرة فقد تم تسجيل الوسط الحسابي للركلات والانحراف المعياري فقط، وكانت 6 متغيرات التي تأثرت وكانت سرعة الكرة أحدى هذه المتغيرات الستة، وكان الوسط الحسابي دائماً يشير إلى أن القيم الإحصائية كانت دائماً أقل في حالة القدم غير المسيطرة وأظهرت حالتان تعارضاً كبيراً جداً في قيم القدم غير المسيطرة بالنسبة للقدم المسيطرة. وقد أكد Bairfield 1995 مدى واسع من المتغيرات مرتبطة مع سرعة الكرة وأن القدم غير المسيطرة هي قدم لا تتمتع بخصائص ميكانيكية تجعل من الأداء المهاري للركل ان يوصف بالمميز.

ولم تدل البحوث التي أجريت لحد الآن وخاصة على صعيد الوطن العربي على أن هناك قياساً للمشاركة بين أجزاء القدم الواحدة بالنسبة للركل في كرة القدم وهذه الفجوة في البحث العلمي في هذا المجال لا تتناسب مع الفعل والتأثير في فاعلية الأداء أثناء

الركل، لذا فهي نافذة ودعوة للباحثين والمختصين بمجال الميكانيكا الحيوية في كرة القدم من مليء هذه الفجوة بنتاج أفكارهم وخبراتهم بهذا الخصوص والتعرف على نسب مشاركة كل جزء من أجزاء الرجل الراكلة خلال مراحل الأداء للتركيز عليها ووضع المناهج التعليمية والتدريبية وفقاً لمعطيات هذه النسب التي ستشكل إضافة نوعية كبيرة لمدربي المدارس الكروية.

الميكانيكا الحيوية والتحكم العضلي مقومان لتطوير مهارة الركل:

يقصد بالتحكم القدرة على التغيير وبدقة معالم واتجاهات الحركات وإنتاجها حسب الوضع النهائي والسرعة والتعجيل فيما يخص الطرف أو أجزاء الأطراف أثناء الأداء، والتحكم يعني إستراتيجية الأداء المهاري وهو أحد عوامل الأداء المهاري المرتبطة بالدقة.

إنّ الدقة في أداء المهارة يمكن تحقيقها بحساب التغير الذي يرافق المحاولات المتكررة للحركة، فقد أجريت عدة محاولات لتحديد طبيعة التغير والتحول بالنسبة لمهارة الركل مستخدمين عدة لاعبين مهرة أو باستخدام متطلبات مسافة (بُعد) الركلة أو إضافة دقة_سرعة.

لقد بحثت Phlillips 1985 التنوع الذي يرافق الركل بالنسبة لكرة مستقرة لأبعد مسافة وذلك من خلال لاعبين ماهرين من شتى المستويات أحدهم لاعب ماهر في كرة القدم الأمريكية والآخر لاعب منتخب وطني بكرة القدم وطلب من كل منهما أن يركل الكرة ولخمس مرات وتم تصوير الركلات وقياس 14 متغيراً تخص متغيرات الكرة وإزاحة القدم ومسافة الركلة والسرعة وكان مدى درجة التغيير يتراوح بين (1.1٪- 8.3٪) وبوسط حسابي (5.4٪) وكان الانحراف المعياري لأثنى عشر متغير من المتغيرات الأربع عشر للاعب الماهر بكرة القدم الأمريكي أقل منه عند لاعب المنتخب، وقد استنتجت Phillips إنّ المعلومات قدمت دليلاً على أن لأستقرار الكرة الابتدائي اثر في الحصول على نمط ضبط التوقيت العضلي العصبي، وذكرت أن المشاركين أنتهجا نهجين متباينين للسرعة، مما أدى إلى أن تكون السرعة التي ضربت بها الكرة متفاوتة وهي التي كانت الأساس في ظهور الاختلافات في هذه الدراسة لكل من اللاعبين، وربما ظهرت الفروق لأن لاعب المنتخب الوطني قد لا تكون له خبرة في ركل الكرة الأمريكية أو لربما في تدريبات المنتخب الوطني قد لا يكون التركيز على الركل من مكان مستقر إلّا قليلاً مما يعني أن لاعب المنتخب لديه تجربة أقل، وأخيراً فإن Phlillips لم تختبر الأهمية الإحصائية للتباين بين اللاعبين اللذين خضعوا للتجربة البحثية وبالنتيجة فإنها لم تستطع استنتاج طبيعة عمل ميكانيكية التحكم.

درس Zebas and Nelson 1990 ثبات المتغيرات الكينماتيكية عند كل لاعب ماهر عندما يركل الكرة الأمريكية من مسافات متعددة لتحقيق إصابته للهدف، وطلب من أحد أفراد عينة البحث أن يركل الكرة ثلاث مرات وفي كل مرة من مسافة مختلفة فالأولى على بعد 20 ياردة ثم عن بعد 30 ياردة ثم عن بعد 50 ياردة وتم تصوير هذه الركلات وتم قياس 15 متغيراً يخص إزاحة الكرة والقدم الراكلة والوقت والسرعة.

إنّ قيد المسافة كان قليل التأثير حيث كانت سرعة الكرة (33.9 م/ثا- 36.8م/ثا- 35.6 م/ثا) حسب الأبعاد الثلاثة على التوالي ولم تثبت هناك اتجاهات محددة للركلة وهذا ما أكده الانحراف المعياري وكذلك الوسط الحسابي وهذا يعني أن اللاعب قد طور مهارة الركل بحيث يستطيع أن يركل بأقصى قدرة متناسبة مع أي مسافة وبأسلوب واحد تقريباً، فهو لا يقلل سرعة الركل إذا كان الشخص قريباً من أجل تحقيق أكبر دقة، بل يبدو أن ليس لدى هذا اللاعب قدرة على التحكم بالدقة وبالسرعة في نفس الوقت، ومع هذا فإن هذا الاستنتاج لم يثبت بعد في سياق الميكانيكا الحيوية أو في التحكم الحركي، وقد أوصى الباحثان انه على اللاعب المدرب تدريباً جيداً أن يحافظ على ثبات وضع الركبة خاصة عند التماس مع الكرة في الخطوة الأخيرة وكذلك يجب خفض السرعة الزاوية لساق الرجل الراكلة قبل التماس بالكرة.

إنّ مثل هذا الأمر يمثل خطوة شاملة للأداء ويجب أن تفسر بحذر حتى يتم التأكد من مجموعة من القيود التي تفرض على الركل للتأكد من طبيعة آثار التخصص في الدراسة المذكورة أعلاه.

لقد بحث وحلل فراس عبد الزهرة حميدي(2005) المتغيرات الكينماتيكية لمهارة التهديف في ظروف الدقة والسرعة حيث لاحظ أن هناك ضعف في استثمار الهجمات والفرص التي يمكن من خلالها تسجيل أكبر عدد من الأهداف في بطولة كأس أسيا المقامة في إيران عام 2000 على الرغم من حصول المنتخب الوطني لشباب العراق على كأس هذه البطولة، وطلب من أفراد عينة البحث (مهاجمي المنتخب الوطني

للشباب) والبالغ عددهم أربع مهاجمين أن يركلوا الكرة ويصوبوها نحو الزاوية المحدد لهم من الهدف والتي تكون على شكل مربع حيث أعطيت كل لاعب ثلاث محاولات يتم فيها التأكيد على الدقة ثم طلب منهم إعادة المحاولات مع التأكيد على السرعة هذه المرة بحيث أصبح عدد المحاولات لكل حالة (12) محاولة لجميع أفراد العينة، وجد الباحث أن عينه البحث أثناء تنفيذها اختبار دقة التهديف (التأكيد على السرعة) استطاعت الاستفادة قدر الإمكان من الأسس الميكانيكية لهذه المهارة وذلك من خلال القيم الجيدة التي حققتها في أغلب المتغيرات الكينماتيكية، وأن العمل على تحقيق دقة التهديف بتركيز على سرعة الأداء فقط يؤدي إلى أن يكون الأداء بأقل دقة.

وسعى فالح جعاز شلش وعدي جاسب حسن(2012) إلى تصنيف محاولات أداء مهارة التهديف بكرة القدم وفقاً لبعض المتغيرات الكينماتيكية تحت شروط محددة شبيها للمباراة من خلال تنفيذ التهديف قبل وبعد أداء جهد بدني في ظل تحقيق السرعة والدقة بالتهديف، على عينة من لاعبي المنتخب الوطني العراقي باستخدام التحليل العنقودي Cluster Analyses وتوصل إلى تصنيف محاولات عينة البحث إلى مجموعتين الأولى ذات الأداء المميز والثانية ذات الأداء الغير مميز، واهم ما ميز المجموعة الأولى عن الثانية هي متغيرات(زاوية الركبة والقدم للرجل الراكلة وزاوية ميلان الجذع والسرعة الزاوية والمحيطية للرجل الراكلة وزاوية طيران الكرة).

لذا يتضح لنا ان الباحثين درسوا بعض المتغيرات الميكانيكية في تحليلهم لمهارة الركل بكرة القدم ولعينات مختلفة تحت شروط أو قيود محددة (الكرة متحركة بالمقابل من الكرة الساكنة أو الركل بالتأكيد على الدقة بالمقابل التأكيد على السرعة) ورغم هذا إلّا ان هذه الشروط والقيود هي في المقابل محدودة وغير شاملة ولا تفي بالغرض المطلوب عند أخذ منهج الأنظمة الديناميكية في كل من تلك الدراسات بنظر الاعتبار بل أن الخبراء والمختصين بمجال كرة القدم بحاجة إلى تأويل وتفسير

المعلومات المتعلقة بالتباين أو التغيّر ليحددوا الطبيعة الوظيفية لأنماط المشاركة وفي بعض الحالات تجد مستويات أعلى من التباين أو التغيّر والتي تدل على درجة عالية من التأقلم والتكيف مع المعوقات التي تعترض طريق اللاعب أبان الأداء لركلة ما، فالتكيف يتفوق على ما يعترض النظام الحركي عند اللاعب.

والصورة الصادقة لتطبيقات الأساليب الميكانيكية الحيوية لدراسة جوانب التحكم بالحركة لا يمكن الحصول عليها إلّا بعد أجراء مزيد من الدراسات ومن ضمن هذه الدراسات دراسات لاعبين أقل مهارة لتحديد التغيرات التي يحدثها اللاعب في لعبة والتفريق بينها وبين الأخطاء التي قد ترتكب على الملعب وقد عرضت الدراسات السابقة والتي تمت الإشارة إليها إلى التباين والاختلاف الذي يتصف به الأداء الماهر لركل الكرة وبعض العوامل التي تؤثر في المشاركة والتحكم، ويمكن أن نستنتج من الدراسات السابقة ما يلي:_

1. إنّ اللاعبين المهرة يتبنون إستراتيجية تساعدهم على تجاوز التباين أو الاختلاف (في مستوى ونوع الركلة والأداء) فيما يخص الحركة دون الالتفات للطبيعة الملقاة على عاتقهم.
2. إنّ التحديدات التي تفرضها طبيعة الواجب أو المهمة هي ذات خصوصية دقيقة جداً، فاللاعب المعتاد على هذا النمط من الركل لا يجيد غيره بنفس المواصفات من حيث الدقة والثبات.
3. يبدو أن متطلبات السرعة والدقة تؤثر في تنظيم الحركة وذلك عن طريق تأثيرها في أنماط أو نماذج المشاركة.

وتلخيصاً لما ورد في أعلاه، يتضح لنا أن طرق الميكانيكا الحيوية قد استثمرت بل استخدمت من أجل وصف وتحديد مواصفات بعض الجوانب في مهارة الركل، ولكن التقدم الذي حصل هو تقدم محدود جداً بسبب التحديدات وقيود اتسمت بها الطرق والأدوات أو الوسائل وتنحصر هذه القيود أو التحديدات بصعوبة الحصول على الكم الكافي من المعلومات الدقيقة، إذ أنّ أنظمة تحليل الحركات

المتطورة أصبحت الآن أكثر شيوعاً وانتشاراً مما مهدت إلى الأسرع في توفير المعلومات الثلاثية الأبعاد ومن المحتمل أن تستخدم هذه الأنظمة المتطورة لتزويدنا بمعلومات إضافية جديدة عن مهارات كرة القدم، وبهذا فإنها ستساعدنا في تحقيق المزيد من المشاركة والتحكم وإن مثل هذا التقدم يمثل تطوراً مثيراً ورائعاً على طريق الاستكشافات المستقبلية للأنماط التفسيرية والتنظيرية لمسائل التحكم بالحركة وهكذا ستغتني مكتباتنا العلمية بالدراسات والبحوث لتكون العالم الحقيقي للمهارات ومنها مهارات كرة القدم.

الفصل السادس

القفز في كرة القدم

الفصل السادس

القفز في كرة القدم

المقدمة:

يعرف القفز بأنه المقدرة على للتغلب على قوة جذب الأرض المؤثرة على مركز كتلة الجسم بواسطة العمل الديناميكي للعضلات المعنية بنقله للأعلى، إنّ مهارات القفز هي الأكثر أهمية للاعب كرة القدم وخاصة في حركة ضربة الرأس ومهارات حارس المرمى وفي كل أفعال النهوض، فتبلغ عدد مرات القفز للاعب خلال المباراة بحدود 11-20 مرة في حين تبلغ ضربات الكرة بالرأس للاعب خلال المباراة بحدود 10±5.7 مرة، لذا يجب على حارس المرمى وبقية اللاعبين سواء كانوا مدافعين أم مهاجمين أن يكونوا ماهرين في القفز لأن العديد من حركاتهم التي يقومون بها تتطلب أقصى قفز للوصول إلى الكرة لتنفيذ الواجبات الهجومية أو الدفاعية.

أساليب أداء القفز بكرة القدم:

في نهاية الاقتراب توضع القدم الدافعة بفعالية ومرونة على مكان الاندفاع مع خفض مركز ثقل الجسم بحدود معينة من خلال إنثناء مفاصل الرجل الدافعة. وتوجد أنواع خاصة لكيفية وضع الرجل في مختلف القفزات في كرة القدم فبعض اللاعبين يقفزون بكلتا القدمين والبعض الآخر بقدم واحدة وهو الأكثر استخداماً وهذا ما أكد عليه معهد أبحاث الرياضة الأولمبية، فلندا (2008) بأن أغلب القفزات التي يؤديها اللاعب لضرب الكرة بالرأس تتم من رجل واحدة، وكذلك أن أغلب القفزات التي يقوم بها حارس المرمى تؤدي بأستخدام نهوض من رجل واحدة وذلك لأن حركة حارس المرمى تكون غالباً أسرع أثناء نهوضه نحو الكرة إذا ما تم استخدام النهوض من رجل واحدة، إلّا أن ظروف الموقف هي التي تحتم على اللاعب الاستخدام الأمثل بحيث يختار الرجل الأنسب إلى الوضع، لذا يجب على لاعبي كرة القدم ان يستعملوا كلا القدمين، أي يجب أن يكونوا قادرين على النهوض من أي قدم والوصول إلى أقصى ارتفاع وذلك لاضطرار وحاجة اللاعب للنهوض من مختلف الأوضاع وظروف اللعب المتعددة في المباريات. وكذلك فهنالك أساليب مختلفة لتنفيذ القفز منها وضع الرجل عن طريق الكعب ثم التدحرج على كل القدم أو وضع القدم بشكل مسطح وعلى كل القدم.

العوامل الميكانيكية المؤثرة على مهارة القفز بكرة القدم:

يبدأ الاندفاع منذ لحظة لمس القدم الدافعة الأرض وفيها يقوم اللاعب بالبداية بتقليل قوة الجذب الأرضي بالامتصاص التدريجي لهذه القوة بالعضلات العاملة على المفاصل عند وضع الرجل الدافعة المرتكزة ويزداد بسرعة الحمل الواقع على هذه الرجل وتسترخي العضلات المنقبضة ويساعد في التأثير بعد إنثناء مفاصل الرجل الدافعة بحدود معقولة بعدها يبدأ الاندفاع المؤثر في تلك اللحظة عندما تنتهي الرجل الدافعة من الإنثناء في مفاصلها.

وكما تمت الإشارة إلى ان إسلوب القفز من رجل واحدة هو السائد عند لاعبي كرة القدم إلّا أنه يمكن تحقيق قفز أعلى بأستخدام النهوض من الرجلين، فإن هذا النوع من النهوض يُنصح به لحارس المرمى عند تصديه للركلات العالية قرب العارضة، إذ حالما يتم إطلاق الكرة وتوقع حصول ضربة عالية فإن حارس المرمى يجب أن يزيد من قوة دفعه وأن يستعد للقفز بخفض ذراعيه ومن هذا الوضع تتصاعد الأذرع للأعلى باتجاه القفزة والجذع أيضاً يمتد للأعلى ثم تمتد الأرجل بقوة في اتجاه القفزة. وأن مبدأ زيادة الدفع عند النهوض يجب أن يتم ملاحظتها في هذه المهارة ولذلك فإن حارس المرمى سيزيد كلاً من القوة المستخدمة في النهوض والوقت الذي به يتم تطبيق هذه القوة لأن الدفع هو حاصل ضرب القوة في زمن تطبيق هذه القوة.

الدفع= القوة × الزمن

Impulse = force × time

إنّ مدى تأرجح الأذرع ومد الجذع وعمق الإنثناء في المفاصل العاملة وكذلك اتجاه القوى التي يصدرها اللاعب واتجاه قوة رد الفعل وقرب وبعد خط عمل هذه القوة عن مركز ثقل الجسم إضافة إلى العوامل المؤثرة على الأجسام المقذوفة هي التي تحدد الارتفاع المتحقق في القفزة.

بما أن حارس المرمى يخفض مركز ثقله قبل النهوض بثني رجليه أو رجله الدافعة وثني الجذع للأمام وخفض ذراعيه فإنه سيزيد من القوة الدافعة على الأرض والتي تؤدي إلى نهوضه للأعلى، وفي النهوض من رجل واحدة يأخذ حارس المرمى خطوة طويلة بقدم النهوض وكلا الذراعين والرجل الحرة يتم رفعها للأعلى تماماً قبل اندفاع الرجل الدافعة، وأن رجل النهوض بعد ذلك تمتد بقوة لدفع الجسم للأعلى في اتجاه الكرة، فعند القفز ينتج اللاعب سرعة عمودية لمركز ثقل الجسم من خلال امتداد أخمص القدم في الكاحل للرجل الدافعة وامتداد الورك وحركات الجذع والرأس والذراعان، أثناء النهوض يكون العامل الرئيس هو استخدام كل تأثيرات الدفع الإيجابي لإنتاج سرعة عمودية عالية لمركز ثقل اللاعب.

ففي إحدى الدراسات التي قام بها Luhtanen 2008 وجد أن مساهمات مكونات الجسم لرفع مركز ثقل الجسم في القفزات العمودية هي الأعلى في مد مفصل الركبة للرجل الدافعة حيث بلغت 55٪ ومن ثم ثني أخمص القدم في الكاحل plantarflexion حيث بلغت 25٪ بينما كان دور تمدد الجذع وحركة كلتا الذراعين هي حوالي 20٪. وعلى الرغم من تحفظنا على هذه النسب وخاصة بالنسبة لأهمية الجذع ونسبته القليلة بهذه الدراسة إلّا انه نوصي المدربين إعطاء أولويات للمفاصل المختلفة التي تشترك في عملية القفز ولو أن أي واحدة من هذه المفاصل لم يتم استعمالها فإن ناتج أداء القفز لن يكون في أقصى حد له وهذا ما يؤثر سلباً في فاعلية مهارات لاعبي كرة القدم وبالأخص المهارات التي تستخدم من وضعية القفز.

بعد الاندفاع يصبح الجسم طليقاً في الهواء بفعل دفع القوة على حساب السرعة الابتدائية للطيران وزاوية الطيران ومقاومة الهواء وفعل قوة الجاذبية الأرضية، وحسب قوانين الديناميكا فإن أي حركة يقوم بها اللاعب خلال القفز لا يمكنها تغيير مسار مركز ثقل الجسم.

لذلك فإن أي انتقال لأية حلقة من حلقات الحركة في جسم اللاعب تتم فقط حول مركز ثقل الجسم وتستدعي حركة بعض أجزاء الجسم في اتجاه معين موازنة حركة أجزاء الجسم الأخرى في اتجاه معاكس، لذلك تتمثل المهمة الأساسية للاعب

الوصول إلى الكرة بأفضل وضع مناسب وذلك عن طريق حركات مقتصدة ومنضبطة. ولما كان غير مسموح قانوناً للاعب أن يمرجح رجله عالياً أثناء وثبه للأعلى في حركة

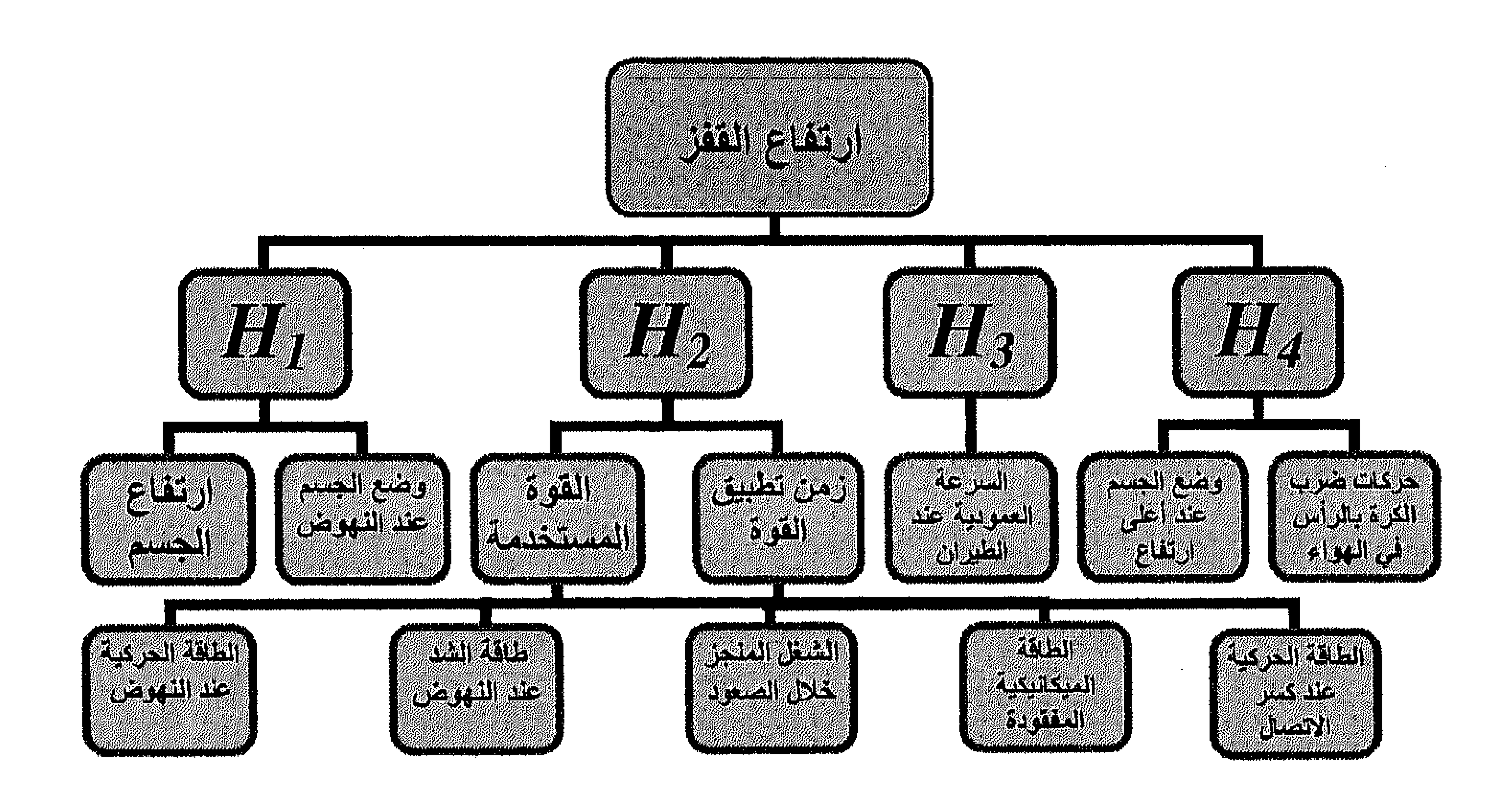
كرة مشتركة مع لاعب منافس أثناء تلامس اللاعبين فقد تتطلب الوثبة أن تتميز عضلات اللاعب بالمطاطية مع القدرة على الانقباض السريع حتى يستطيع اللاعب أن يصل إلى أعلى ارتفاع ليتمكن من ضرب الكرة بشكل مناسب. ويتضح مما سبق أن قابلية القفز مهمة للاعبي كرة القدم في ضرب الكرة بالرأس ومعظم مهارات حارس المرمى أي بالنسبة للهجوم والدفاع، إذ يمكن تنفيذ قفزة في ظروف المباراة مع أو بدون ركضة تقربية وأن النهوض بدون ركضة يمكن أن يبدأ من وضع القرفصاء أو من وضع الوقوف القائم مع حركة عكسية أو مع حركات تمهيدية بالذراعين.

إنّ اللاعبين يقفزون لضربات الرأس بصورة رئيسة بعد الركض وأن ارتفاع مركز ثقل جسم اللاعب لم يتم قياسه في ظروف مباريات كرة القدم الحقيقية إذ أنّ القياسات المختبرية من وضع الوقوف يشير إلى أن أعلى معدل لأرتفاع مركز ثقل جسم اللاعب تم التبليغ عنه في كرة القدم عن طريقPaul.R 2003 حيث كان في وضع القرفصاء 40.4 سم وفي وضع الحركة العكسية 43.6 سم وفي القفزة العمودية مع حركات الذراع التمهيدية 59.8 سم، أما القفزات لضربات الرأس بعد الركض لمسافة من 3- 4م فقد يصل ارتفاع مركز ثقل الجسم بحدود 46- 48سم وتتعدى عند اللاعبين المحترفين لتصل 65سم تقريباً، في حين سجل رونالدو كريستيانو باختبار القفز العمودي من الثبات ووضع اليدين على الخصر ضمن البرنامج الذي تبنته شركة كاسترول (CASTROL) ارتفاع قدره 44سم أما القفز من اخذ خطوة ومرجحة الذراعين فسجل 78سم.

ومن العوامل المهمة الأخرى المؤثرة في فاعلية القفز هي التوقيت الصحيح والمضبوط للحركات التي يقوم بها اللاعب أثناء عملية القفز التي تؤدي إلى إنجاز جيد وقد تكون سبباً في فوز الفريق في حال إحراز هدف لذلك يتطلب التدريب المستمر على القفز وتطوير مقدرة اللاعب في القفز وذلك لأن قوة القفز عند اللاعب تنمو بشكل بطيء الأمر الذي يدعو إلى التأكيد على تمرينات القفز من قفز لأعلى ما يمكن من الثبات ومن الحركة.

نموذج لتقييم أداء القفز في كرة القدم:

يمكن إنشاء نموذج لتقييم أداء القفز العمودي بعدة طرق، فمن وجهة نظر الميكانيكا الحيوية فإن الارتفاع الذي يصل إليه اللاعب بعد نهوضه في القفز عند ضرب الكرة بالرأس راجع إلى عدة عوامل منها مثلاً ارتفاع الجسم قبل النهوض وقوة الدفع للنهوض وفترة تطبيق القوة وإنتاج السرعة العمودية وفقاً لدفع القوة ووضع الجسم عند أعلى ارتفاع، إضافة إلى الحركات اللازمة لضرب الكرة بالرأس في الهواء، أنظر الشكل (35) لذلك يجب إعطاء أنتباه خاص لآليات وميكانيكية النهوض.



شكل35

يوضح النموذج الأول لتقييم أداء القفز بكرة القدم*.

* نقلا عن Luhtanen (2008)

بمعنى انه لابد من تحديد وبدقة العوامل المؤثرة على ارتفاع جسم اللاعب عند القفز العمودي، فإذا أهملنا مقاومة الهواء والقوى الخارجية الأخرى، يمكننا من تحديد ارتفاع الجسم من خلال قوانين المقذوفات (السقوط الحر) والتي هي:

$$\text{الارتفاع العمودي} = \frac{\text{تعجيل الجاذبية} \times (\text{زمن الوصول لأعلى ارتفاع})^2}{2}$$

سرعة النهوض = تعجيل الجاذبية × زمن الوصول لأعلى ارتفاع

$$\text{سرعة النهوض} = \sqrt{\text{ضعف تعجيل الجاذبية} \times \text{الارتفاع العمودي}}$$

ولاستخراج الارتفاع العمودي بدلالة السرعة نستخدم القانون الأتي:

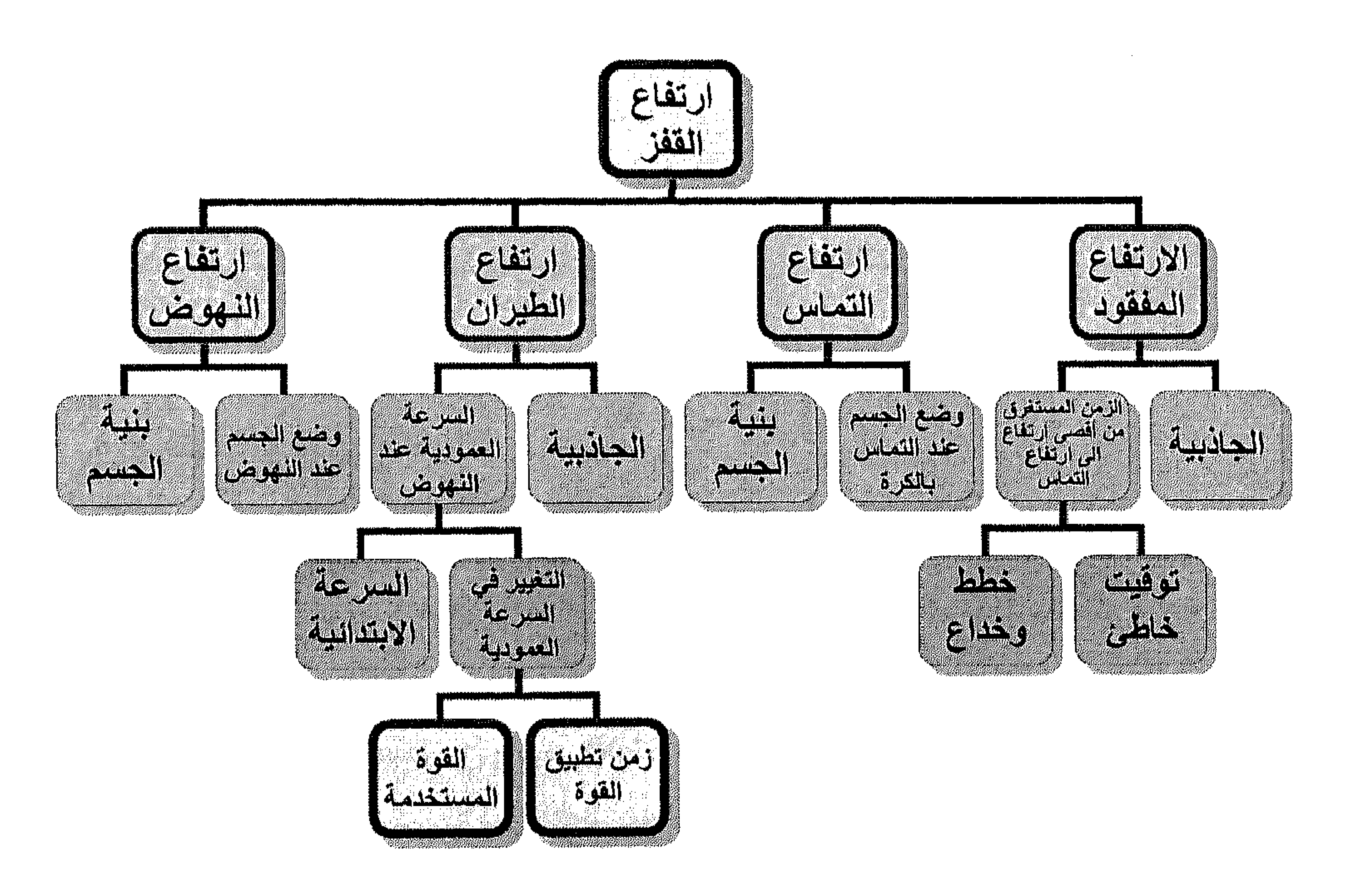
$$\text{الارتفاع العمودي} = \frac{(\text{سرعة النهوض})^2}{\text{ضعف تعجيل الجاذبية}}$$

وبالرغم من هذه القوانين البيوميكانيكية المعتمدة إلّا أنها لا تبين بدقة الارتفاع الكلي الذي وصل إليه الجسم عند لحظة ضرب الكرة بالرأس بالقفز العمودي، لذلك يمكننا من وصف الارتفاع الكلي للجسم لحظة ضرب الكرة بالرأس على انه عبارة عن حصيلة مجموع أربع ارتفاعات هي ارتفاع النهوض وارتفاع الطيران وارتفاع التماس والارتفاع المفقود.

ارتفاع الجسم= ارتفاع النهوض+ ارتفاع الطيران+ ارتفاع التماس+الارتفاع المفقود

ويمكن تعريف ارتفاع النهوض بأنه ارتفاع مركز ثقل اللاعب عند لحظة النهوض، أما ارتفاع الطيران فهو ارتفاع مركز ثقل اللاعب عند مرحلة الطيران، في حين ان ارتفاع التماس هو المسافة العمودية المقاسة من نقطة مركز كتلة اللاعب ومركز كتلة الكرة عند التماس معها، بينما يكون ناتج الارتفاع المفقود من حساب الفرق بين ارتفاع مركز كتلة اللاعب عند ضرب الكرة بالرأس وأقصى ارتفاع وصل إليه مركز كتلة الجسم.

ومن خلال هذه العوامل تمكن المؤلف من التوصل إلى إنشاء نموذج تقييم آخر لمهارة القفز في كرة القدم لغرض ضرب الكرة بالرأس، الموضح في الشكل(36).



شكل36

يوضح النموذج الثاني لتقييم أداء القفز بكرة القدم.

إنتاج قوة الدفع:

إنّ إنتاج قوة الدفع لسرعة النهوض في الاتجاه العمودي يمكن تقييمه مباشرة من الدفع النهائي العمودي للقوة المستخدمة، ويمكن تقييمه أيضاً بصورة غير مباشرة عن طريق مقدار الطاقة الكلية التي يتم ملاحظتها خلال مراحل الأداء المختلفة والطاقة المطاطية المخزونة خلال التصادم، وكذلك الشغل المنجز خلال الارتقاء أو مدى استثمار الطاقة المطاطية، فضلاً عن الطاقة الميكانيكية المفقودة الناشئة عن عوامل المنع أو الكبح وهي عوامل عصبية تعمل على منع الانقباض أو استثارة العضلات.

يمكن تشخيص عدة عوامل تؤثر على إنتاج القوة أثناء حركات النهوض في مكونات الجسم المختلفة والمفاصل والعضلات والأربطة من وجهة نظر الآلية العضلية العصبية منها:

- ❖ قوة العضلة.
- ❖ طول العضلة.
- ❖ سرعة تطويل العضلة.
- ❖ توتر العضلة.
- ❖ زاوية المفصل.
- ❖ السرع الزاوية للمفاصل.
- ❖ ترتيب السرع الزاوية للمفاصل.
- ❖ ترتيب الحركات في مكونات الجسم.
- ❖ توقيت ومحصلة قوى مكونات الجسم.
- ❖ فترة الحركات في المكونات.
- ❖ الأفعال الانعكاسية التسهيلية والمانعة.

من وجهة النظر العضلية العصبية فإن حلقة التقصير التمديد يمكن أن تشرح العوامل الإيجابية والسلبية لإنتاج القوة العضلية، حيث يستخدم هذا المبدأ ليسمح بإمكانية الاعتماد على الطاقة المطاطية وعمل المستقبلات الحسية المنعكسة في المشاركة في الأداء. وأثناء التطويل فإن جزءاً من الطاقة ربما يتم خزنها كطاقة كامنة يمكن أن تظهر ثانيةً أثناء التقصير اللاحق للعضلة.

وهكذا فإن العمل المركزي الذي تؤديه العضلة سوف يشتق بصورة كاملة من انتقال الطاقة الكيميائية ولكن أيضاً من الطاقة الميكانيكية المخزونة، إذ أنّ قابلية استخدام الطاقة المطاطية تتأثر بثلاثة متغيرات وهي:

تأخير الوقت بين تطويل وتقصير العضلة وسعة التطويل وسرعته.

لذلك نستطيع أن نقول يجب ألّا يكون هناك وقت تأخير بين تطويل وتقصير العضلة (أي الانقباض المركزي واللامركزي للعضلة) وإلّا فإن الطاقة المطاطية المخزونة سيتم فقدانها، فكلما زادت سرعة التطويل زادت الطاقة المطاطية المخزونة في مكونات العضلات المطاطية، إضافة إلى ذلك أنه كلما كانت سعة التطويل كبيرة جداً فإن عدد أقل من الجسور المتقاطعة* سيبقى ملتصقةٍ بعد التطويل وبالتالي سيتم خزن طاقة مطاطية أقل.

وقد وجد أن المؤشرات المانعة تتفوق على المؤشرات التسهيلية الممكنة عندما يزداد حمل التطويل فوق الحد الأقصى، وقد تبين أنه أثناء تعب العضلات فإن أنتقال الطاقة الميكانيكية بين المراحل المركزية واللامركزية يقل بصورة كبيرة جداً ويتم تعديل تنظيم انقباض العضلات.

* الجسور المتقاطعة: هي وصلات بروتونية دقيقة في نهاية خيوط المايوسين.

من وجهة النظر الميكانيكية فيمكن بالنسبة لأداء النهوض تطبيق مبدأ حفظ الطاقة وإنتاج الطاقة من القوى الداخلية والخارجية وانتقال الطاقة من حالة إلى حالة، في الأساس هذا يعني قابلية اللاعب لاستخدام طاقة الركضة التقربية (الناشئة من السرعة) والطاقة المطاطية (المخزونة في أنسجة مختلفة والأحذية والسطوح) وانتقال الطاقة الميكانيكية والمطاطية في طاقات كامنة (نهوض أو ارتفاع مركز ثقل جسم اللاعب) وانتقال الطاقة بين مكونات الجسم بأمثل طريقة.

ويمكن ان نستدل على ذلك من خلال مؤشر النقل الحركي الميكانيكي الذي يعد أحد المؤشرات الميكانيكية والذي يعطي تفسيراً حقيقياً لنوع النقل الحركي المنجز في لحظات الارتقاء في جميع القفزات المؤدية بكرة القدم، وذلك من خلال علاقة زاوية الانطلاق (لحظة الطيران) والطاقة الميكانيكية (مجموعة الطاقة الحركية والكامنة) المنجزة لحظة الارتقاء. فمن المعروف ان كل لحظة من لحظات الارتكاز هناك مرحلتين مهمتين هما مرحلة الاستناد ومرحلة الدفع، ولكل مرحلة من المراحل يمكن ان نحسب الطاقة الميكانيكية بنوعيها (الكامنة والحركية) والتي تشكل بالنهاية الطاقة الميكانيكية الكلية، لذا يمكن ان نقسم هذه الطاقة إلى:-

الطاقة الكلية لحظة الاستناد وهي تتكون من طاقة حركية وطاقة كامنة،

الطاقة الكلية لحظة الدفع وهي تتكون من طاقة حركية وطاقة كامنة.

ويمكن أن نطلق على الطاقة الكلية في لحظة الاستناد بالطاقة الكلية الأولى وفي لحظة الدفع بالطاقة الكلية الثانية.

الطاقة الكلية لحظة الاستناد هي عبارة عن مجموع الطاقة الحركية والكامنة لحظة أول مس لقدم الرجل الدافعة للأرض(الطاقة الابتدائية)، أما الطاقة الكلية لحظة الدفع هي الطاقة الكلية النهائية قبل ترك القدم الأرض (قبل لحظة الطيران).

الطاقة الكلية الأولى(الاستناد)= الطاقة الكلية لحظة الاستناد/كتلة الجسم

الطاقة الكلية الثانية(الدفع)= الطاقة الكلية لحظة الدفع/كتلة الجسم

إنّ المغزى من قسمة الطاقة الكلية على كتلة الجسم هو معرفة مقدار هذه الطاقة بالجول لكل 1كغم من كتلة الجسم.

إذن يمكن أن نستخرج

تناقص الطاقة = الطاقة الكلية الأولى – الطاقة الكلية الثانية

ومن خلال معرفة قيم زاوية الانطلاق وتناقص الطاقة يمكننا من معرفة مؤشر النقل الحركي الميكانيكي والذي يساوي:

مؤشر النقل الحركي= زاوية الانطلاق/تناقص الطاقة درجة/جول/كغم

التطور في تدريب القفز بكرة القدم:

تم توضيح العوامل المؤثرة للوصول إلى أقصى ارتفاع لمركز ثقل جسم اللاعب وكذلك أداء القفز. أما تطوير عملية التدريب للتقدم في قابلية القفز، فإن من المهم تشخيص نقاط القوة والضعف عند اللاعبين ضمن العوامل المؤثرة وتحديد أولوياتها ومن ثم فإن العملية تتضمن:

- اختبار قبلي للاعب.
- تحليل قبلي لأداء اللاعب في القفز.
- تخطيط منهاج تدريبي فردي.
- التدريب حسب التوجيه السليم لمدرب ذي خبرة.
- متابعة تأثيرات تطبيق التدريب المخطط له.
- تحليل التدريب الخاص والموسم ككل.
- تغذية راجعة للموسم التدريبي الجديد والتدريب الخاص اللاحق.

في تحليل اللاعبين فردياً طبقاً للاختبارات فإنه من الأساس تقييم اللاعبين كأفراد فيما يخص:

- نقاط القوة في القفز.
- الأخطاء الفنية الفردية.
- العوامل التي قد تعيق القفز.
- العوامل التي يمكن التدريب عليها.

ويجب أن تكون مناهج التدريب الفردية المخطط لها فردية طبقاً إلى تحليل ومتابعة:

← الحجم ← الشدة ← الكثافة.

وفي مناهج التدريب الفردية يمكن تطبيق مبادئ علمية محددة كالتدرج في التدريب مع الجمع بين تدريب القوة والسرعة.

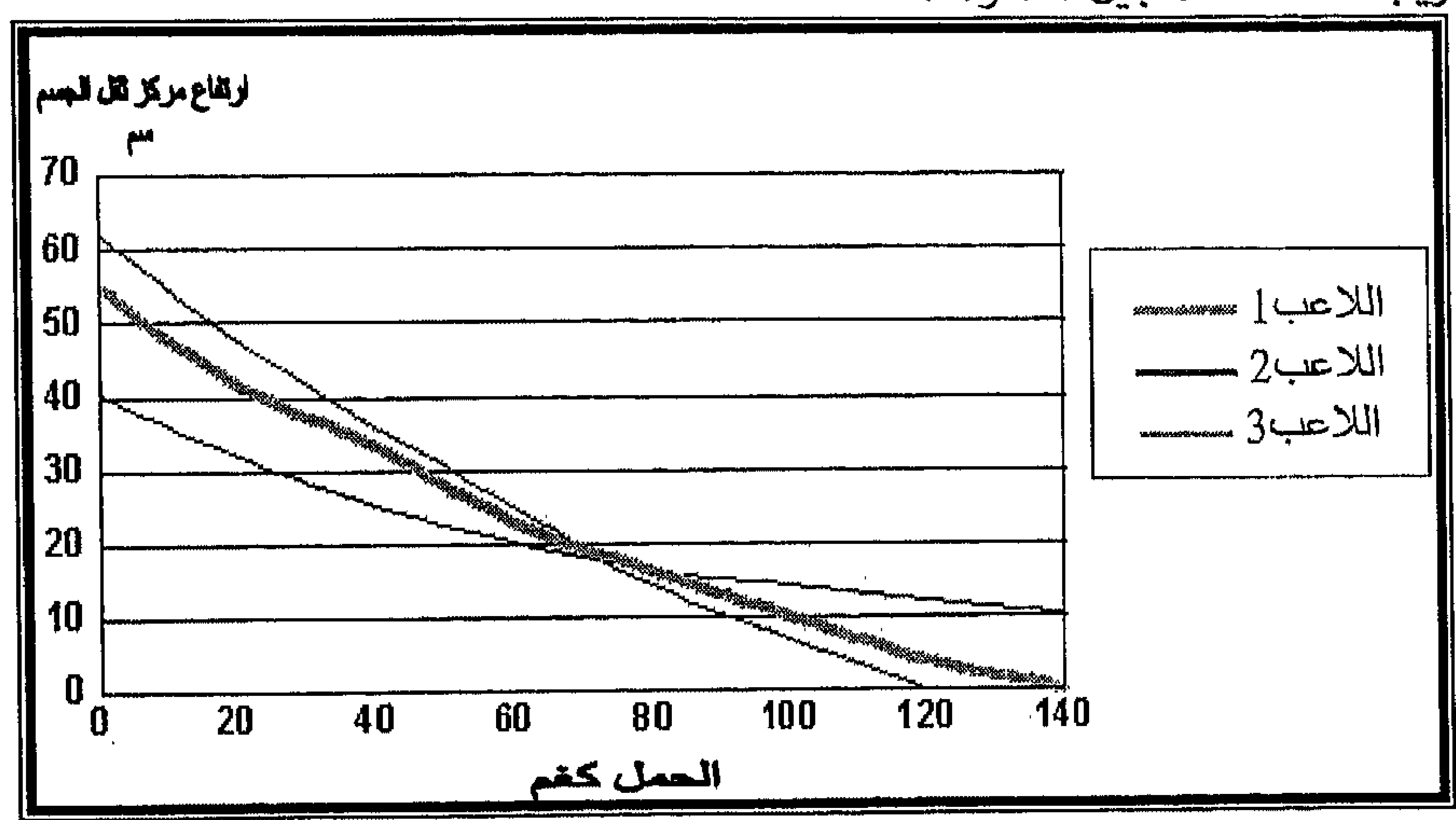
- منحنى القوة _ السرعة.
- منحنى القدرة _ السرعة.

- منحنى القدرة _ الحمل.
- منحنى ارتفاع القفز _ الحمل.

عند دراسة فردية لمنحنى القوة _ السرعة للحصول على ارتفاع قفز اللاعب، فمن المهم أن نحاول تحليل كل من:

مستوى القوة. مستوى السرعة. مستوى مرونة العضلات.

ففي الشكل (37) نلاحظ أن اللاعب (1) لديه ارتفاع واطئ لمركز ثقل جسمه في اختبار القفز ومستوى عالٍ لقوة عضلات الساق الأيزومترية Isometric والقوى الأيزومترية هي تلك الناتجة من الانقباض العضلي الذي لا يحدث فيه تغير ملحوظ في طول العضلة، أما اللاعب (3) له ارتفاع عالي في مركز ثقل جسمه في اختبار القفز ومستوى قوى أيزومترية واطئة للساق. من الناحية العلمية أن هذه النتائج تعني أن مناهج التدريب مختلفة للاعبين (1) و(3).



شكل37

يوضح منحنى ارتفاع القفز ــ الحمل لثلاث لاعبين*.

* نقلا عن Luhtanen (2008)

لـذلك يمكـن أن نسـتنتج أن مبـادئ التـدريب للاعـبي كـرة القـدم يمكـن أن تكون واضحة من خلال زيادة قابلية اللاعبين للقفز إلى حدها الأقصى من خلال تدريب القـوة الأساسـية والقـوة الانفجاريـة للرجـل ويجـب شمـول تمـارين قفـز ذات خطـوة متعـددة ومختلفـة ومنـاهج تـدريب بلايومتري plyometric training والـذي هـو أسـلوب تـدريب يعتمـد علـى اسـتثمار انقبـاض العضـلة بالتطويـل في إنتـاج الحركـة الانفجاريـة. وقـد تم التوصل إلى أن التدريب المنتظم باستخدام الأثقال لمدة ستة أسابيع يؤدي إلى زيادة ارتفاع الوثـب العمـودي مـن الثبـات بمقـدار (3.3سـم) وان التـدريب البلايـومتري يـؤدي إلى زيـادة مقدارها (3.8سم) في حين أن التدريب المركب من كلا النوعين ولنفس المدة يـؤدي إلى زيادة مقدارها (10.7سم).

لذا يجب تطبيق مبادئ تدريجية عند تدريب قوة القفـز ومـن هـذه المبـادئ مراعـاة ما يلي:

➢التدريب الخاص➢التنوع➢الفروق الفردية➢مكونات حمل التدريب➢الزيادة التدريجية بحمل التدريب➢حالات الاستشفاء➢الوصول إلى الحد الأمثل.

إنّ العامـل الـرئيس للاعـبين والمـدربين هـو أنـه كـم مـن الوقـت يجـب أن نسـتغرق لتدريب القفز فقط، ويجب أن نفهم ذلـك علـى الأقـل مـع تـدريب السـرعة، وان قيمـة ضـم تدريب السـرعة والقفـز وتدريب المهـارة هـي الأعلـى بالنسـبة للتطـور الأجمـالي للاعـبين مـن الدرجة الأولى.

الفصل السابع

ضرب الكرة بالرأس في كرة القدم

الفصل السابع

ضرب الكرة بالرأس في كرة القدم

مفهوم مهارة ضرب الكرة بالرأس في كرة القدم:

إنّ ضرب الكرة بالرأس هي مهارة خاصة في لعبة كرة القدم إذ أنّ هناك ألعاب كرة أخرى قليلة يمكن أن تلعب الكرة فيها بالرأس، لذا فإن مهارة ضرب الكرة بالرأس من المهارات الأساسية الهامة جداً في كرة القدم. وبما أن الكرة في مباراة كرة القدم تكون طائرة لفترة ليست بالقليلة من وقت المباراة فإن الضرب بالرأس هو واحد من الطرائق الرئيسة للعب الكرة الطائرة، لذلك نشاهد في منافسات وبطولات كرة القدم أن نسبة كبيرة من الأهداف يتم تسجيلها بالرأس، الأمر الذي جعل المدربين يعطونها الأهمية الكبيرة في الوحدات التدريبية وكم من لاعب تميز بضربات الرأس وله القدرة على حسم نتيجة المباراة لصالح فريقه بتسجيله هدف من ضربة رأس، لهذا فإن وجود لاعبين يجيدون اللعب بالرأس ميزة مهمة وفعالة في كسب الكثير من حالات الصراع على الكرة، مما يشكل خطورة واضحة وينجح في كثير من الأحيان في تسجيل الأهداف برأسه. وتستخدم مهارة ضرب الكرة بالرأس لأغراض متعددة منها للمناولة أو التهديف أو القطع وكذلك الإخماد.

لذا فإن عملية ضرب الكرة بالرأس هي عملية مهمة وتلعب دوراً مهماً في كرة القدم الحديثة وذلك في التأثير على نتائج المباراة كما تكمن أهميتها في التنافس الثنائي على الكرة أضافة إلى استخدامها عند أداء الحركات الخططية أيضاً.

ويعد ضرب الكرة بالرأس من المستلزمات الأساسية للاعب سواء كان مدافعاً أو مهاجماً ولا بد للاعب أن يجيدها ويتقنها بصورة كبيرة وهذا لا يكون إلّا من خلال تطبيق الأسس الميكانيكية الصحيحة والتدريب المتواصل عليها في مختلف الظروف والمواقف خاصة وأن اللعب بالرأس يحتاج إلى إمكانية عالية وتوقيت جيد فضلاً عن تمتع اللاعب بثقة كبيرة بالنفس في لعب الكرة بالشكل السليم، وتبرز أهمية ضرب الكرة بالرأس للاعبين المهاجمين في تسجيل الأهداف حيث أعطت التطورات الخططية الحديثة بكرة القدم الدور الكبير والفعال للعب الكرة بالرأس ومنها لعب الكرات العالية (العرضية أو الجانبية) عن طريق الجناحين نحو منطقة المرمى لغرض استثمارها في تسجيل الأهداف بالرأس.

وكما هو ملاحظ فإن الهجوم على دفاع الخصم يتم غالباً من منطقتين هما :-

1. منطقة الأجنحة.
2. المنطقة المركزية (الوسطى).

إلّا أن منطقة الأجنحة الواقعة أسفل خطوط التماس من المناطق الحيوية للهجوم للأسباب التالية :-

1. الفراغات الواسعة عند الأجنحة .
2. قلة المدافعين في تلك المناطق (كثافة عددية قليلة).
3. صعوبة تقديم التغطية بين المدافعين أنفسهم.
4. سهولة تغلب لاعب على لاعب .
5. سهولة تنفيذ الجمل الخططية.

وحسب ما جاء بالتقرير الفني والإحصائي لبطولة القارات(2009) الصادر من الاتحاد الدولي بكرة القدم، فإن اللعب على الأجنحة كان الخيار الأكثر مناسبة لتفادي دفاعات الفرق المتشددة بالوسط عما هو عليه بالأجنحة فقد تم إحراز 21 هدفاً من مركز الأجنحة من أصل 44 هدف.

وفي إحصائيات الـFIFA لبطولة كأس العالم بجنوب أفريقا(2010) أوضحت ان نسبة الهجوم من الأجنحة للفرق الاثنين والثلاثين المشاركة بالبطولة كانت 68.77٪، وبلغت عدد الهجمات خلال المباريات السبع للمنتخب الأسباني الحائز على اللقب 107 هجمة كانت 69 منها هو الهجوم من الأجنحة أي بنسبة 64.49٪، أما عدد التمريرات العرضية فبلغ 162 تمريرة بنسبة نجاح 29٪ وهو مؤشر جيد لأهمية الهجوم من الجانب وهو يحتم ضرورة التركيز على آلية التحصيل الخططي من تلك الاتجاهات وتنمية عملية التدريب عليها، ورغم هذا فلا يمنع من الهجوم من العمق وكذلك تنفيذ الهجمات المنفردة والتي تميز بها الأسباني سيرجيو راموس ليكون اللاعب الأخطر في هذا المجال خلال بطولة كأس العالم 2010 إذ نفذ 31 هجمة منفردة، حيث سبق مرشحين آخرين للتربع على المركز الأول في هذا السجل مثل لوكاس بودلسكي الذي نفذ 27 هجمة، وأندريس إنييستا 26 هجمة، ثم ديفيد فيا وليونيل ميسي وفي رصيد كل منهما 25 هجمة منفردة.

وفي حالة الوصول إلى تلك المناطق (الأجنحة) بنجاح سواء أكان ذلك بشكل حر أو تحت ضغط الخصم فإن على اللاعب الحائز على الكرة تنفيذ لعبها إلى ثلاث مناطق مهمة جداً وهي:-

1. **منطقة العمود القريب.**

ويلعب الجناح هذا النوع من الكرات إذا وصل إلى المنطقة المحصورة بين منطقة الجزاء وخط التماس ويجب توجيهها إلى حافة منطقة الست ياردات، وقبل التنفيذ يجب أن يوضع بالاعتبار توافر الفراغ ومعرفة موقع المدافعين وكذلك مواقع المهاجمين وعلى الخصوص المهاجم الذي يندفع نحو العمود القريب.

2. **منطقة وسط الهدف .**

وهي المنطقة المواجهة لمركز الهدف ويعتبرها البعض منطقة الست ياردات وما حولها وعلى الرغم من اتساع مجال رؤية المهاجم للهدف إلّا انه بسبب مراقبة حامي الهدف وأي مدافع متأخر لهذه المنطقة فإن تسجيل الأهداف منها صعب بعض الشيء على الخصوص ضد حامي هدف جيد يستطيع اللعب بمنطقة واسعة.

3. منطقة العمود البعيد.

وتعتبر من أخطر المناطق التي توجه إليها الكرة من الجانب حيث تعتبر (مناطق عمياء) تقع خلف مراقبة حامي الهدف ولاعبي الفريق الخصم وتكون سهلة اللعب من قبل المهاجم داخل الهدف.

إضافة إلى ذلك فإن لعب الكرة في منطقة العمود البعيد تعطي فائدة للمهاجم كون المدافع سيجد نفسه منسحباً للخلف للتعامل مع الكرات العرضية المرفوعة وبذلك يصبح من الصعوبة عليه القفز أثناء الحركة للخلف، أما إذا توقف المدافع بسرعة فإنه سيقفز من الوقوف وبذلك يصبح بموقف أقل فائدة من موقف المهاجم الذي يتحرك لمهاجمة الكرة.

الأسس الفنية لمراحل ضرب الكرة بالرأس من القفز:

لكل مهارة هدف ميكانيكي محدد والمهم أن يتمكن اللاعب من تحقيق هذا الهدف بالتغلب على مشكلات الأداء، والهدف الميكانيكي لمهارة التهديف بالرأس هو القفز لأعلى نقطة لضرب الكرة بسرعة عالية ومستوى عالٍ من الدقة وذلك من خلال استثمار المبادئ الميكانيكية الحيوية ذات الأولوية في التأثير في فاعلية الأداء، وهذه المبادئ تعتمد على القدرات البدنية والمهارية والتعرف على المحددات التي تحكم الأداء لتوليد السرعة الحركية المقرونة بالدقة بأفضل أسلوب اقتصادي.

هناك أساليب فنية متعددة لتنفيذ هذه المهارة إلّا إنّ مهارة ضرب الكرة بالرأس من القفز لغرض التهديف تعتبر من الأساليب والأغراض المهمة في مباراة كرة القدم لحسمها للكثير من نتائج المباراة.

تتصف هذه المهارة بأنها ذات أسلوب تكنيكي معقد وتمتلك خصائص ميكانيكية حيوية كثيرة ومتنوعة، ومن أجل أن يكون الأداء متكاملاً سيتم تقسيم المهارة إلى أربع مراحل فنية متسلسلة ومترابطة وهي:-

1. مرحلة الاقتراب.
2. مرحلة القفز.
3. مرحلة الضرب.
4. مرحلة الهبوط.

1. **مرحلة الاقتراب.**

تعد خطوات الاقتراب للقفز ذات أهمية في زيادة تعجيل الأداء، إذ يحتاج اللاعب إلى كثير من الدقة والعناية والتوافق، ويتحدد عدد الخطوات التي يؤديها اللاعب تبعا لحالة اللعب وموقف دفاع الخصم والمسافة بين اللاعب المصوب والمرمى من جهة وبين اللاعب والكرة من جهة أخرى.

إنّ مرحلة الاقتراب تهيئ اللاعب لأداء القفز والتماس مع الكرة، لذا فإن مرحلة الاقتراب التي يحتاجها اللاعب للقيام بعملية التهديف بالرأس هي مرحلة مهمة جداً من وجهة النظر الميكانيكية لأنها مسئولة مسؤولية مباشرة عن توليد السرعة النهائية التي من خلالها يمكن الحصول على سرعة لانطلاق مركز ثقل الجسم أثناء عملية النهوض والقيام بعملية التهديف، والناتجة عن حصول اقل مقدار لتناقص الطاقة الميكانيكية بين لحظتي الاستناد والدفع والتي تعطي مؤشر جيد للنقل الحركي لمركز ثقل الجسم وبالتالي القدرة على التهديف بسرعة وقوة كبيرتين، فمن الضروري أن تكون حركة الركضة التقريبية بإيقاع موزون وبسرعة وهذه السرعة تعتمد على عضلات الرجل والسرعة الحركية لها، فمع تزايد سرعة الاقتراب يزداد ناتج قوة دفع القدمين، لذلك فإن الاقتراب السريع من أهم العوامل المؤثرة في أداء القفز.

2. **مرحلة القفز.**

تم التطرق إلى هذه المرحلة بشكل مفصل في الفصل السادس الموسوم مهارة القفز في كرة القدم.

3. **مرحلة الضرب.**

يعتبر التهديف بالرأس بوجه عام من المهارات التي تظهر فيه أهمية توافر دقة حركة الجسم المقذوف مع وجود مستوى محدد من السرعة في حركة الجسم لتعزيز فرص نجاح الأداء.

حيث نلاحظ أثناء عملية ضرب الكرة بالرأس أن اللاعب يحتاج إلى حركات كثيرة وإضافية ومشاركة بقية أجزاء الجسم لإنجاح مهمة التفاعل مع الكرة لإيصالها إلى المكان المناسب بالسرعة والدقة المطلوبة، فيحتاج اللاعب إلى ثني الجذع إلى الخلف قبل وصول الكرة لإعطاء الدفع القوي عند اللعب بالرأس وأن هذه العملية يتبعها عملية

دفع الجسم إلى الأمام. فعند اتصال الكرة بالرأس فإن الجزء العلوي من الجسم يندفع إلى الأمام لإعطاء زخم أكبر وذلك لأن شدة ضربة الرأس تعتمد على الجذع حيث يتم النقل الحركي من الجذع إلى الرأس بحيث يحصل الرأس إلى قوة إضافية لأداء الواجب الحركي.

أن الموقع المثالي لملامسة الكرة بالرأس هو المنطقة الوسطى من الجبهة وذلك لأن هذا الجزء هو أكثف جزء من الجمجمة والأقل احتمالاً في أن ينتج تلامس مؤلم وكذلك فإن الجبهة هي الجزء الأكثر تسطحاً من الجمجمة ولذلك فإن احتمال الخطأ يكون قليل بالنسبة للكرات التي تضرب بالرأس إضافة إلى ذلك أن العيون يمكن أن تراقب الكرة في الهدف عندما تستعمل الجبهة للتلامس.

وتشمل مهارة التهديف بالرأس من القفز على أسس ميكانيكية متعددة حيث يؤدي قانون المقذوفات دوراً بارزاً في تحديد الاتجاه والمسافة التي تقطعها الكرة وتأثرها بالقوة الخارجية كقانون الجذب الأرضي ومقاومة الهواء، وكذلك مبدأ التصادم الذي يشكل أهمية خاصة في هذه المهارة والذي هو ظاهرة تتغير فيها سرعات الأجسام تغير محدود في فترة زمنية محددة.

وانطلاقاً من قانون نيوتن الثالث فإن للرأس كمية حركة معينة تؤثر على الكرة والتي لها كمية حركة معينة لذلك فإن الفعل سيقابل برد فعل مساوي له مقداراً ويعاكسه اتجاهاً، وبما أن قانون نيوتن الثاني ينص على أن التغيير في كمية الحركة في وحدة زمنية يساوي القوة المؤثرة في الوحدة الزمنية نفسها. لذلك يمكننا القول أن ما يُفقد من زخم الرأس في اتجاه معين يساوي الزخم الذي اكتسبته الكرة في الاتجاه المعاكس (قانون حفظ الزخم).

ومما لا شك فيه أن كمية الحركة الذي يكتسبه الرأس ستنتقل إلى الكرة بعد التصادم بها، وعلى هذا الأساس ينبغي أن تكون حركة الرأس والجذع سريعة جداً وتحدد كمية حركة الرأس وما يترتب عليها من سرعة للكرة من خلال العلاقة بين الدفع وكمية الحركة حيث تتوقف على القوة التي يستخدمها اللاعب للضرب والزمن الذي يتم فيه استخدام القوة وكذلك على كتلة الرأس.

ولكي تنتقل كمية الحركة بكاملها إلى الكرة فيتم ذلك من خلال انتقال كمية حركة الرأس إلى الكرة بأقصر فترة زمنية وذلك لأن القيام بعملية التهديف بالرأس يتم غالباً من خلال المناولات الجانبية وبالتالي فإن مسار طيران الكرة سوف يشكل زاوية قائمة تقريباً مع حركة اللاعب نحو الهدف ونتيجة لهذا الوضع يعد هذا النوع من التهديفات من أقوى أنواع التهديفات وأكثرها صعوبة على الخصم وذلك بسبب قيام اللاعب المهاجم بتغيير مفاجئ لكمية حركة الكرة والذي يتم عن طريق بذل قوة كبيرة لفترة زمنية قصيرة.

أما بالنسبة إلى اتجاه الكرة عند إطلاقها فذلك يتم التحكم به من خلال توجيه الرأس التوجيه الصحيح لكي يتم إرسال الكرة نحو المنطقة المحددة وتحقيق الدقة في التهديف.

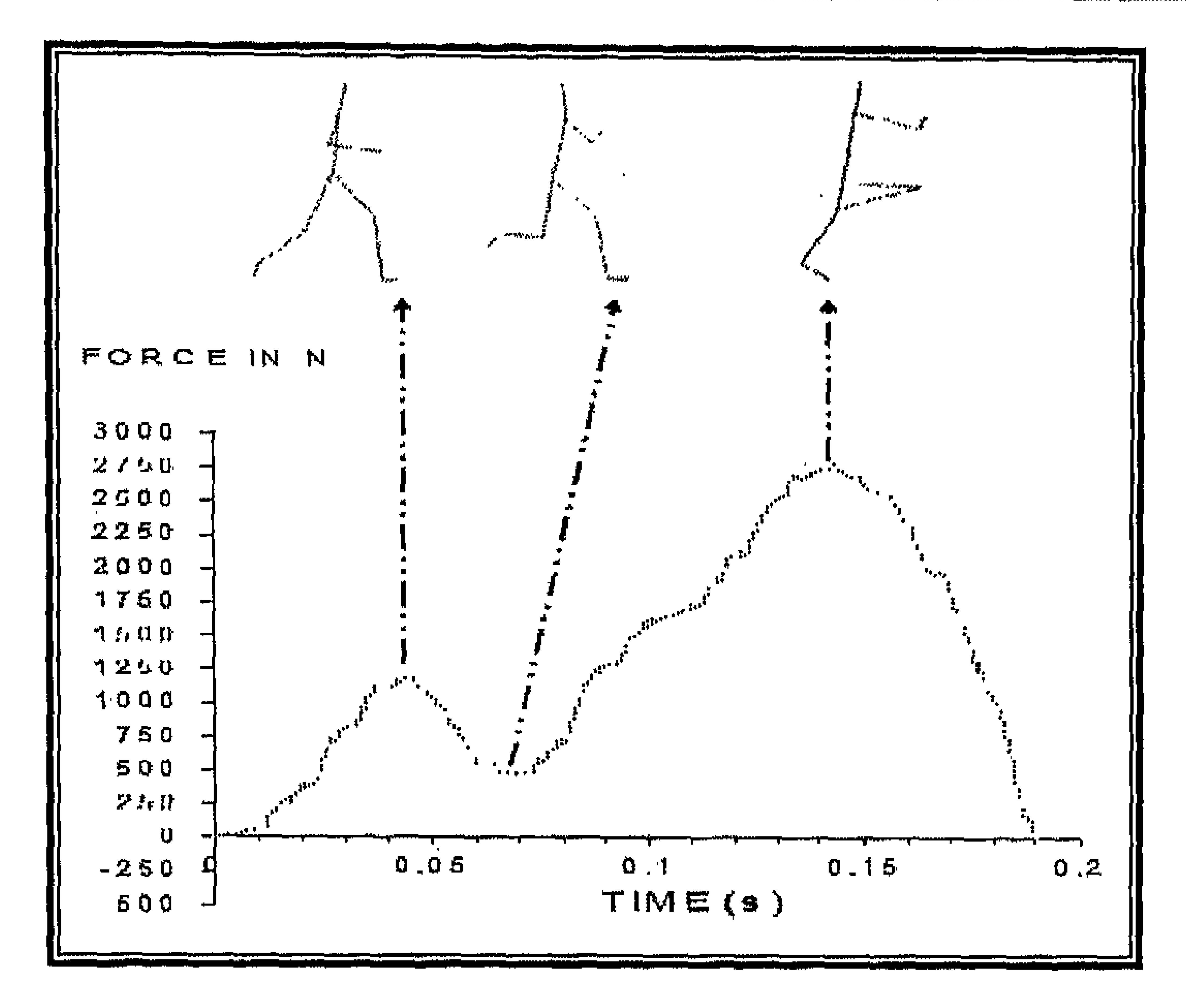
4. مرحلة الهبوط.

وهو الجزء الأخير من هذه المهارة وتختلف أهميته باختلاف أنواع الضربات المستخدمة وأداء مهارة جديدة للمتابعة في حال فشل اللاعب في إصابة الهدف، فعندما تنطلق الكرة بمسار طيران محدد باتجاه الهدف وبعد وصول اللاعب إلى سرعة صفر أي مرحلة الطاقة الكامنة فإنه سيهبط بفعل تأثير الجاذبية الأرضية وتنخفض سرعته لحين اصطدامه بالأرض والتي تتطلب منه الهبوط السليم من خلال امتصاص صدمة الهبوط.

لذلك يقوم اللاعب أثناء القفز بخلق توازن جيد للجسم بحركات من الذراعين والقدمين كي يضمن هبوطاً جيداً وذلك لأن تزامن الاستخدام الرديء للهبوط والقوى التي تتولد عن الهبوط تؤدي إلى إصابات في الأطراف السفلى، لذلك فإن القوى المترتبة على الجسم أثناء هبوطه وجب امتصاصها ابتدائياً بواسطة المجامع الهيكلية للأطراف السفلي لذلك وجب على اللاعب أن يحافظ على اتزان جسمه واتخاذ الوضع المريح كما يجب أن يكون لديه تحكم كامل في حركة جسمه. ففي لحظة الهبوط تقدم سرعة الطيران على حساب العمل العضلي المؤدي لحركة أو مهارة جديدة حيث عند الهبوط يتعرض اللاعب عادة إلى حمل كبير على عضلات وروابط المفاصل فيتحتم على اللاعب أن يؤدي الهبوط بقوة قليلة وزمن طويل.

تحليل طبيعة أشكال منحنيات القوة_الزمن في مهارة التهديف بالرأس من القفز:

من خلال البرنامج المعد بواسطة الحاسوب الآلي المرتبط مع جهاز منصة قياس القوة (Force Plate Form) تم الحصول على الأشكال البيانية لمنحنيات (القوة_الزمن) لهذه المهارة، ونتيجة لحداثة المنحنيات المستخرجة في مجال لعبة كرة القدم توجب توضيح طبيعة مكوناتها وخصائصها، حيث أظهرت أغلب المنحنيات المستخرجة تشابهاً في شكلها من خلال احتوائها على قمتين، القمة الأولى ظهرت بعد لمس منصة قياس القوة والتي تمثل منطقة الهبوط على المنصة وتعد بداية الحركة وترتبط بالجزء التحضيري لها، أما القمة الثانية فظهرت بعد مد الركبتين وهي مرتبطة بالجزء الرئيس للحركة وهي الأكبر مساحة في المنحنى والتي تبدأ من لحظة البدء بالدفع وتتم بوقت واحد وميكانيكية متناسقة حيث تثبت القدم الدافعة على الأرض بعد الارتكاز الجيد للانتقال إلى مرحلة الدفع نتيجة لطول مسافة التعجيل على مدى لحظة الارتكاز الكلية، وتفصل بين تلك القمتين أوطأ نقطة من مسار المنحنى بعد القمة الأولى وهي الحد الفاصل الذي يقسم المنحنى إلى منطقتين وتسمى بمرحلة الامتصاص شكل (38).



شكل38

يوضح قمتي الدفع الأول والنهائي ومرحلة الامتصاص.

كما اتضح أن هناك تباين في مقدار الدفع الأول بين اللاعبين وهو واضح في منحنيات القوة إذ يتمثل الدفع الأول مبتدأ بقمة صغيرة نسبيا كمؤشر للقوة تعبيراً عن الدفع بجزء من القدم (كعب القدم) في حين تكون القوة مبتدأ بقمة أكبر تعبيراً عن المؤشر كبير نسبياً للقوة وهذا يعني أن الحركة بدأت بكامل القدم.

كما تبين من طبيعة خصائص المنحنى أن مهارة التهديف بالرأس من القفز تكون بداية على العموم من الصفر بوصفه مؤشر للقوة، وكذلك أن بعض منحنيات القوة لا تكون فيها مرحلة الامتصاص سالبة ولكن تكون قيمتها موجبة وذلك يوضح أن مرحلة الهبوط للاعب قصيرة جداً.

وأظهرت خصائص المنحنى اختلافاً فيما بينها من ناحية توزيع القوة المسجلة على المنحنى وزمن تأثيرها على طول مراحل الأداء لمهارة التهديف بالرأس من القفز على جهاز منصة قياس القوة وهذا ما يشير إلى الاختلاف في الأداء الفني لكل لاعب، كما يظهر اختلافاً في قمم المنحنيات وزمن تأثيرها.

أن قوة الدفع الأول على المنصة تكون اقل بكثير من قوة الدفع النهائي في جميع الأداءات لهذه المهارة حيث في فترة الدفع النهائي والذي يتحقق من الارتكاز مباشرة بواسطة قدم النهوض والمرجحة الحركية للرجل الحرة والذراعين حيث تتميز هذه المرحلة بخصائص ميكانيكية مشتركة هو تحويل اتجاه الزخم الأفقي إلى شبه عمودي من خلال استخدام أقصى ما يمكن في مكونات القوة على الأرض والتي تؤهله للاستعداد للنهوض وتحقيق أقصى ما يمكن من قيم القوة العمودية المناسبة.

التحليل الكينماتيكي لمهارة التهديف بالرأس من القفز:

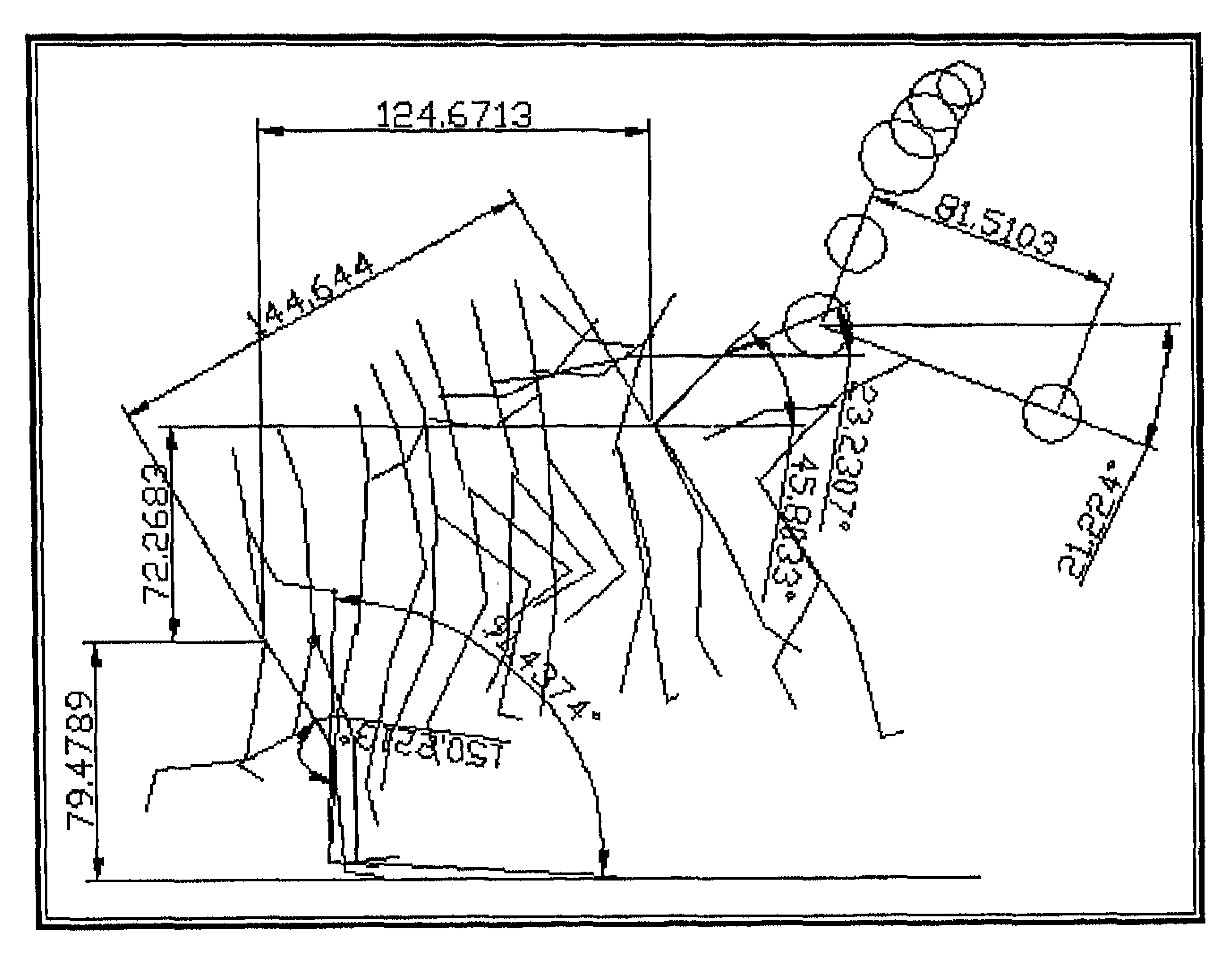
لما كانت طبيعة الأداء في هذه المهارة تتطلب إزاحة عمودية وأفقية بقدر يكفي للقفز والوصول إلى الارتفاع المناسب ليتسنى ضرب الكرة بالمكان والوقت المناسب، إضافة إلى سرعة مركز ثقل الجسم والتي تتطلب توافر عنصري الإزاحة والزمن، فعندما تزداد الإزاحة مع قلة الزمن فإن السرعة سوف تزداد في هذه المهارة والتي تتطلب أعلى مسافة طيران عمودية من خلال أعلى ارتفاع لنقطة مفصل الورك لحظة ضرب الكرة وأعلى سرعة لمركز ثقل الجسم والذي يعبر عن الاقتصاد في الجهد المبذول، لذا فإن السرعة الانتقالية للجسم تستلزم الكثير من البحث والكشف عن إمكانية تحويل السرعة من الاتجاه الأفقي إلى الاتجاه شبه العمودي أثناء عملية النهوض التي تعد من العوامل الأساسية في النجاح عند تطبيق النهوض الفعال من أجل تحقيق الهدف الميكانيكي للحركة.

إنّ وضعية الجسم لحظة اللمس ولحظة الترك تتأثر كثيراً بالنواحي الميكانيكية الواجب تطبيقها أثناء مرحلة النهوض فميلان الجسم يؤثر على ارتفاع الورك لحظة اللمس من خلال زيادة الإنثناء في مفصل الركبة للرجل الدافعة لحظة اللمس، كما أن ميلان الجسم إلى الخلف في الخطوة الأخيرة في لحظة اللمس تؤثر كثيراً في إحداث عزم دوران للجسم بسبب تأثير الجاذبية الأرضية على وزن الجسم وهذا يسبب مقاومة العضلات العاملة وهذين العاملين يجب أخذهما بعين الاعتبار لأنهما يعدان من العوامل الميكانيكية المهمة للحصول على الوضعية الصحيحة للقدم الدافعة (زاوية مفصل قدم الرجل الدافعة لحظة الارتكاز) بالإضافة إلى القوة والسرعة لحركات جميع أجزاء الجسم للحصول على كمية حركة كلية للجسم (الزخم الكلي) والذي يعبر عن مجموعات كميات حركة أجزاء الجسم في شكل تكاملي، فعند مرجحة أي جزء من أجزاء الجسم فإن كمية حركة هذا الجزء تنتقل إلى الجسم ككل.

وهذه الخصائص المهمة لا يتمكن بعض اللاعبين من تطبيقها لضعف واضح في مستواهم البدني والفني وتنعكس على كثير من المتغيرات الميكانيكية في مرحلة القفز عموماً ومنها متغير ارتفاع نقطة مفصل الورك لحظة ضرب الكرة.

إنّ ثني الركبة عند لمس القدم الدافعة للأرض(لحظة الدفع الأول) يؤدي إلى انخفاض نقطة مفصل الورك وذلك لإيقاف والتقليل من السرعة الانتقالية للجسم وبالتالي تحويل الطاقة الحركية المكتسبة من السرعة الانتقالية إلى طاقة كامنة أثناء عملية لمس القدم الدافعة للأرض ويتم هذا نتيجة ضغط الجسم على موقع الارتكاز وهو القدم الدافعة والتي تساهم في تحديد وضع الجسم أثناء هذه المرحلة وما لها من تأثير على بقية مراحل الأداء المهاري ومنها ارتفاع نقطة مفصل الورك لحظة ضرب الكرة، حيث أنّ زاوية مفصل القدم الدافعة تعمل على التثبيت والسيطرة الجيدة لوضع القدم الدافعة والتي تعمل على تغيير اتجاه زخم الجسم من الوضع الأفقي إلى شبه العمودي وبالتالي رفع جسم اللاعب إلى أعلى ارتفاع ممكن.

أن ارتفاع وانخفاض نقطة مفصل الورك يرتبط ارتباط مباشر مع صغر أو كبر زاوية مفصل الركبة للرجل الدافعة حيث أنّ أي زيادة في مقدار زاوية مفصل الركبة يقابلها زيادة في مقدار ارتفاع نقطة مفصل الورك مع تحذير على ألّا يكون الثني مبالغ به لأنه يؤدي إلى هبوط نقطة مفصل الورك كثيراً لأسباب تتعلق بفقدان جزء كبير من الطاقة الحركية وزيادة زمن النهوض وبالتالي عدم توفير مقدار كبير من القدرة لاستثمارها أثناء مرحلة النهوض، لذلك يجب أن يكون الإنثناء في الرجل الدافعة مناسباً وألّا يكون كبيراً فيؤدي إلى تأخير النهوض وزيادة الفترة الزمنية.



شكل39

يوضح طريقة قياس المتغيرات الكينماتيكية.

وتعلب زاوية النهوض في هذه المهارة دوراً فاعلاً في تحديد المسار الصحيح لمركز ثقل الجسم لما بعد النهوض أي (مرحلة الطيران) وهذا يتطلب الاستثمار الأمثل باتجاه المسار المطلوب تحقيقه من خلال المد الفعال في مفصل الركبة للرجل الدافعة قبل لحظة الترك، فإذا لم تكن القوة المؤثرة أثناء النهوض بخط عمل يمر بمركز ثقل الجسم وإنما يمر بعيداً عن منشأ عزم الدوران تسبب في ميلان الجسم بالاتجاه المعاكس، وعلى هذا الأساس فإن زاوية النهوض عند لاعبي كرة القدم تساهم في تحديد العمل النهائي لمهارة التهديف بالرأس من القفز بعد ترك الأرض وفقاً للمتطلبات البيوميكانيكية لهذه المهارة.

لذا تعد هذه الزاوية من المتغيرات التي لها علاقة بالمد الحاصل في زاوية مفصل الركبة للرجل الدافعة قبل لحظة الترك وما يرافقها من قوة رد فعل الأرض والتي تتناسب مع تحديد الشكل الحركي الخاص للجسم واتخاذ الوضع الصحيح لمسار مركز ثقل

الجسم والتي تتمثل في تهيئة الوضع المناسب والصحيح للجذع والرأس أثناء أداء مهارة التهديف بالرأس من القفز من أجل تحقيق المديات الحركية الصحيحة للجذع والرأس مما انعكس ذلك إيجابياً على السرعة الزاوية الجيدة أثناء الأداء كنتيجة طبيعية للفعل ورد الفعل الذي دل دلالة كبيرة على تطبيق قانون نيوتن الثالث.

ويكون ارتفاع نقطة مفصل الورك قبل لحظة الترك أكبر مما كان عليه في بقية مراحل الأداء بسبب عدم انخفاض الورك كثيراً وهي ناحية ميكانيكية مهمة لحظة النهوض وتحديد زاوية الطيران المناسبة لانطلاق مركز ثقل الجسم إلى الأمام الأعلى مع بقية المتغيرات الميكانيكية المهمة والضرورية في هذه المرحلة.

ومما لا شك فيه أن زاوية الطيران هي أحد العناصر الرئيسية والمهمة والتي تعمل على تحديد مستوى الارتفاع الذي يصل إليه مركز ثقل اللاعب، إذ أنّ مقدار هذه الزاوية يتوقف على طبيعة الأداء المهاري المراد تنفيذه.

أما مسار طيران مركز ثقل اللاعب فهو يعتمد على ثلاث عوامل هي سرعة وزاوية الطيران ومقدار ارتفاع مركز ثقل اللاعب لحظة الانطلاق حيث لا يمكن تحقيق هذه العوامل إلّا من خلال اتخاذ الوضع الأمثل في لحظة اللمس للجسم وزواياه أي أن للتوقيت الصحيح والتسلسل الحركي عند الأداء الفني وحركات المد والثني في مفاصل الجسم ارتباطاً مباشراً بحركة بقية أجزاء الجسم ومنه الجذع الذي يشكل تقريباً 43٪ من كتلة الجسم، وإنّ للتوقيت الصحيح بين حركات الثني والمد للركبتين ارتباطاً وثيقاً بحركة بقية أجزاء الجسم مما يسبب نقلاً حركياً جيداً وبالتالي رد فعل مناسب.

ولزاوية الجذع عند أقصى إنثناء لمفصل الركبة علاقة إيجابية مع ارتفاع نقطة مفصل الورك لحظة ضرب الكرة وهذه العلاقة تتناسب وأهمية هذه الزاوية الذي يتمفصل فيها الجذع مع الأطراف السفلى والعليا، وأهميته تكمن في المحافظة على توازن الجسم وكذلك في عملية النهوض وتحديد ارتفاع نقطة مفصل الورك عند لحظة ضرب الكرة.

وفي هذه المهارة يكون هنالك إنثناء في زاوية الجذع لأن السرعة الحركية والتعجيل اللذان يسبقان عملية الإيقاف اللحظي للقدم الدافعة لغرض تغيير اتجاه الزخم سوف يعملان على أن يتخذ اللاعب أدنى إنثناء في مفصل الركبة من أجل امتصاص

القوة والتقليل من القصور الذاتي، إضافة إلى منع حدوث الإصابة نتيجة التوتر لألياف عضلات الرجلين التي تصل درجتها القصوى أحياناً. وباتباع هذه الحالات تبدأ عملية الدفع ويحدد من خلالها ارتفاع نقطة مفصل الورك عند لحظة ضرب الكرة، ولأن الفترة التحضيرية وحركة الجذع للتهيؤ للضرب بإرجاعه للخلف من سمات الأداء الفني لهذه المهارة للحصول على مجال حركي واسع للجذع.

إذ أنّ هناك علاقة وثيقة بين سرعة نقطة مفصل الورك وكمية حركة بقية أجزاء الجسم ومنها الرأس فيضاف زخم نقطة مفصل الورك لزخم الرأس مما يعطيه زخم حركي أكبر، علماً أن هذا الترابط يتأثر بشكل كبير ومباشر بمقدار قوة الدفع والتي تتميز بها العضلات الرئيسة العاملة أثناء الأداء حيث يكون الهدف هو الحصول على السرعة اللازمة لوصول الجسم إلى المكان المناسب وفي الوقت المناسب.

ومن جهة أخرى فإن سرعة نقطة مفصل الورك تعمل على تحقيق وضع مناسب للجسم والذي يتيح بأداء حركة الرأس بصورة صحيحة قبل تغيير اتجاهه باتجاه ضرب الكرة مع عمل الزاوية المناسبة للرأس مما يزيد من مسار حركة الرأس مما انعكس ذلك على زيادة الدقة في التهديف.

وتعد زاوية الجذع لحظة ضرب الكرة من المتغيرات المهمة لتحديد السرعة الزاوية والمحيطية للجذع وذلك لأنها تحدد مقدار الانتقال الزاوي الذي يتحرك به الجذع، بثبات نسبي لزاوية الجذع عند أقصى ميلان فإن انخفاض قيمة هذه الزاوية في لحظة الضرب لهو دليل على زيادة الانتقال الزاوي حيث يعتبر الأخير من المتغيرات المهمة لتحديد قيمتي السرعة الزاوية والمحيطية للجذع، لذا فعلى اللاعب أن يزيد من ميل الجذع للخلف قبل الضرب لزيادة زاوية الجذع قبل الضرب والعمل على تقليل زاوية الجذع عند ضرب الكرة مع نقصان زمن الأداء وعن طريق هذا تزداد السرعة الزاوية وبالتالي تزداد السرعة المحيطية وذلك لأن السرعة الزاوية تتناسب تناسباً طردياً مع السرعة المحيطية كون ان نصف القطر (طول الجذع) في حالة ثبات، وعن طريق هذه الحقيقة العلمية يمكن الاستفادة من مبدأ زيادة الانتقال الزاوي كي تزداد السرعة الزاوية للجسم الدائر والتي تساعد بالتالي من زيادة السرعة المحيطية له.

إنّ عملية ثني الجذع إلى الأمام وبالزاوية المناسبة يعني استكمال الجذع ميله إلى الأمام بمواجهة الحركة باتجاه التهديف بأعلى طاقة حركية وزاوية ممكنة، إذ أنّ كبر طاقة حركة الجذع تأتي من كبر كتلته قياساً إلى باقي أجزاء الجسم إذ تشكل ما نسبته حوالي 43٪ من كتلة الجسم الكلي، وان مركز كتلة الجسم يقع فيه كما انه ناقل ومستثمر للقوة وبذلك يؤثر وضعه تأثيراً هاماً وفعالاً في مستوى الأداء.

وعليه فإن الطاقة الحركية والزاوية المكتسبة تكون بأعلى قيمة مع الأخذ بنظر الاعتبار توجيه هذه الطاقة واستثمارها وفقاً للأداء الفني الصحيح لمهارة التهديف بالرأس من القفز، وهذا ما يستوجب التركيز عليه من قبل اللاعبين لأنه يعطي مردوداً إيجابياً في نتائج دقة التهديف.

أما زاوية الرأس لحظة الضرب فتعتبر من المتغيرات المهمة في تحديد مقدار الانتقال الزاوي الذي يتحرك به الرأس والذي من خلاله يتم تحديد السرعة الزاوية للرأس حيث كلما زاد الانتقال الزاوي للرأس بثبات أو نقصان الزمن كلما زادت السرعة الزاوية للرأس وبالتالي سوف تزداد السرعة المحيطية للرأس، فكلما زاد مقدار السرعة الزاوية كلما زادت السرعة المحيطية للرأس لأن تأثير نصف قطر الدوران هنا يكون معدوم لثبات طول الرأس.

وعندما يحصل الجذع على كمية حركة فإنها تضاف إلى كمية حركة الرأس والتي تساعد في تحريك أو تغيير اتجاه الكرة بسرعة عالية ويتم هذا بالاعتماد على السرعة المحيطية للرأس حيث أنّ مقدار ما يفقده الرأس من سرعة أثناء التهديف تكتسبه الكرة.

وتؤكد أغلب المصادر بوجود علاقة ارتباط طردية بين السرعة الزاوية والسرعة المحيطية ولهذا فإن السرعة المحيطية للرأس تحصل على سرعة عالية كلما ازدادت السرعة الزاوية له، أي أن السرعة المحيطية تتناسب طردياً مع السرعة الزاوية مسببةٍ انتقال الزخم من الرأس إلى الكرة والذي يعطي بدوره تعجيلا وكمية حركة كبيرة تنتقلان للكرة. لذا فإن تداخل كل من عنصري الدقة والسرعة ضروري لضمان فعالية تحقيق الهدف، ولذا وجب استثمار حركات أجزاء الجسم لكل ما يشملها من أوضاع ومعدلات حركة وإيقاع وتزامن حتى تتحقق هذه الحركات لتوفر أفضل النتائج.

التحليل الكينتيكي لمهارة التهديف بالرأس من القفز:

إنّ الهدف الذي ينصب في الدراسات التحليلية الميكانيكية الحديثة هو كيفية الحصول على أكبر طاقة ميكانيكية وإمكانية الاحتفاظ بقدر كبير منها أثناء مرحلة النهوض، والطاقة يمكن الحصول عليها من زيادة الركضة التقريبية وسرعة حركة الأطراف بحيث لا يكون فقدان كبير للطاقة الميكانيكية وهذا ما يخدم اللاعب من النهوض بالزاوية المناسبة والوقت المناسب لأداء مهارة التهديف على أحسن وجه.

وعلى هذا الأساس فإن القوة المكتسبة في القسم التحضيري ذات أهمية كبيرة في نهوض الجسم بزاوية مناسبة لتحقيق الهدف الرئيس للحركة وهو سرعة ودقة التهديف.

وكما هو معلوم أن الدفع الأول هو أول تلامس للقدم مع الأرض عند لحظات الارتقاء، وان الاحتكاك المباشر لمفصل القدم مع الأرض (لحظة الارتكاز) وحصول دفع إيقاف سيولد قوة ابتدائية فضلاً عن أن مقدار التماس هو نتيجة لحركة التحضير المصحوب بالثني لمفصل الركبة قبل لحظة الترك بما يتناسب ومتطلبات الأداء والواجب الحركي والذي يعطي قوة ابتدائية كبيرة تزيد من التعجيل، فضلاً عن وضع الجذع الذي يبدأ بالميلان مما يؤدي إلى توليد عزم دوران وهذا العزم يسبب في إكساب الجذع سرعة زاوية وبالتالي زخماً زاوياً خلال عملية الميلان ثم الانحناء للأمام مما يساعد توليد قوة إضافية. لذا ففي مهارات القفز بكرة القدم وخاصة عندما يكون اللاعب مهتماً بالحصول على قوة وسرعة قصوى لابد من تطبيق مبدأين أساسيين هما استخدام جميع المفاصل التي يمكن استخدامها واستخدام كل مفصل في ترتيبه وتوقيته، حيث يمكن أن تتم زوايا النهوض بالاتجاه المطلوب لو تم استخدام المسار الحقيقي للقوة بواسطة جميع المفاصل المشتركة في العمل العضلي والتوقيت السليم لها لتحديد المسار الصحيح لمركز ثقل اللاعب.

ومن المتغيرات الكينتيكية المؤثرة في فاعلية الأداء هو أقصى قوة Max Force في الدفع الأول والذي يرتبط مع متغير أقصى قوة في الدفع النهائي لأن القسم التحضيري يجب أن يخدم القسم الرئيس وهو يعمل على تهيئة القوة اللازمة للأداء

الحركي، حيث يمثل القسم التحضيري من المهارة السبب في حين يمثل القسم الرئيس الأثر أو النتيجة، لذا فإن القسم التحضيري يرتبط ارتباطاً مباشراً بهدف المهارة، وتعتمد على متطلباتها فهو يؤدى بغرض توفير أقصى استفادة ممكنة من التحضير للقسم الرئيس.

وهناك علاقة ارتباط ما بين زمن وصول تأثير أقصى قوة للدفع الأول مع أزمان أدنى قوة للامتصاص وأقصى قوة للدفع النهائي والدفع الكلي وسبب هذه العلاقة أن زمن التماس المتحقق مع الأرض (لحظة الارتكاز) يعطي مؤشراً عن مدى اندفاع اللاعب (السرعة التقريبية لمركز ثقل الجسم) ويطيل هذا الزمن أو يقصر تبعاً لإعاقة السرعة الأفقية، لذلك أن اللاعب يحاول عند أقصى إنشاء تحويل السرعة الأفقية إلى شبه عمودية، وعلى هذا الأساس فإن السرعة التقريبية الكبيرة تحتاج إلى زمن تماس كبير لكي يتم إعاقة السرعة الأفقية وتحويلها إلى شبه عمودية ولذلك فإن العلاقة ستكون معنوية بين الزمنيين، فزمن الامتصاص سيجاري زمن أقصى قوة عند التماس وان اثر ذلك سينتقل لحين أقصى قوة في الدفع النهائي، إضافة إلى أن جميع الأزمنة مرتبطة ايجابياً مع زمن الدفع الكلي كونها أجزاء متناسقة ومترابطة مع بعضها البعض.

ويعتبر متغير أدنى قوة للامتصاص Min Force من أحرج لحظات المرحلة تأثيراً في مستوى الأداء الفني وفي الإعداد لمتطلبات الدفع نتيجة لازدياد الحمل الواقع على الرجل الدافعة والذي يتطلب زيادة القوة المبذولة في نهاية مرحلة الامتصاص لعلاقتها المقننة والمؤثرة في مجموع القوة الدافعة، لذلك نجدها المؤثر الأهم على مستوى الأداء الفني، لذا يعتبر من أهم متطلبات المرحلة.

ويتوسط زمن وصول تأثير أدنى قوة للامتصاص أزمان مرحلتي الدفع الأول والنهائي وهذا الزمن مهم جداً في عملية الدفع لأن الدفع مزيج من حاصل ضرب القوة بالزمن، أي أن التغيير المفاجئ لحالة الجسم تحت تأثير القوة يرتبط ارتباطاً مباشراً

بعنصر الزمن، لذلك فإن زمن مرحلة الامتصاص سيوازي زمن الدفع النهائي الذي يؤثر بالتالي على زمن الدفع الكلي لذلك يجب أن يحرص اللاعب على تزامن استخدام القوة وتسخيرها من خلال الثني والمد المناسب ونقلها عبر مفاصل الجسم ضمن انسيابية الحركة زمانياً ومكانياً وان أي عدم توافق في ذلك مثل الثني المبكر أو المتأخر يعني ضياع للقوة.

ويشغل الدفع النهائي حيزاً أكبر من مقادير القوة، فضلاً عن ذلك أن معدل القوة يميل دائماً إلى الرقم الأكبر أي أن القيمة الكبيرة ستغير المعدل باتجاهه فكلما ازدادت قيم قوة الدفع النهائي ازداد تبعاً لها معدل القوة المسجلة على المنحنى والمعبر عن مستوى الأداء الفني خلال المرحلة، لذا يعد تطوير القوة المبذولة خلال الحركة بأسلوب علمي صحيح القاعدة الأساسية للحصول على مستوى أداء أفضل، لذلك فكلما زاد مقدار الدفع النهائي كلما زاد معدل القوة الذي يؤثر بالنتيجة على مساحة ما تحت المنحنى Under Curve Area لأن معادلة مساحة ما تحت المنحنى تتناسب طردياً مع معدل القوة بثبوت الزمن أي أن ازدياد أقصى قوة للدفع النهائي يزيد من مساحة ما تحت المنحنى بشكل كبير. ومن ذلك لابد من زيادة قيم أقصى قوة في الدفع النهائي لأهميتها في الحصول على مساحة أكبر.

وكلما كانت مساحة ما تحت المنحنى كبيرة والدالة على ازدياد مقدار تأثير القوة- الزمن أو قوة الدفع خلال الحركة كلما ازدادت قيم القوة المسجلة على المنحنى، لذلك فإن اللاعب المعد إعداداً جيداً يحقق مساحة أكبر عن آخر غير معد طبقاً لقدرته العالية في تحقيق القوة المحركة له خلال فترة زمنية محددة، ويدل هذا على ازدياد في مقدار تأثير القوة الزمنية، وان من يبذل أقصى قوة ممكنة من بداية الحركة إلى نهايتها يحقق محتوى أكبر تحت المنحنى، علماً أن مساحة ما تحت المنحنى تزداد تبعاً لكبر القوة المطلقة.

وإنّ عملية الدفع النهائي (مجموع القوى X زمن تطبيق القوى) واتجاه القوة هي من الأمور المهمة، ففي مهارة التهديف بالرأس التي تتطلب من اللاعب قدرة قفز عالية وبالتالي يصبح هنالك تغيراً في القوة الدافعة، وهذا ما يعني إذا كان المطلوب تغييراً كبيراً في

زخم الجسم فيجب أن يستخدم اللاعب دفعاً كبيراً وهذا يأتي من استخدام اللاعب مساحة تماس صغيرة مع الأرض وعن طريق قانون نيوتن الثالث تعيد الأرض هذا الدفع إلى الجسم والذي يتحرك بدوره كونه اقل كتلة من الأرض، فعندما تكون القوة كبيرة وبزمن قليل كلما حصل اللاعب على دفع كبير، وهذا ما نلاحظه في القفز عند الضرب بالرأس عن طريق حركة القدم الدافعة ومفصل الركبة للرجل الدافعة.

لذا فعند دفع القوة على الجسم فإن الجسم يكتسب سرعة وبزمن قليل مما يؤدي زيادة زخم الجسم لذلك فمن المهم أثناء مرحلة الدفع أن يقوم اللاعب بالاحتفاظ بقدم الدفع متصلة بالأرض حتى يكتمل امتداد القدم والركبة للرجل الدافعة، وهذا ما ينطبق على قانون الدفع فالعلاقة طردية فيما بينهم (الدفع مع القوة) (الدفع = القوة X الزمن) والتي تساوي التغيير في الزخم.

أما في مرحلة الامتصاص فيحدث تغيير في اتجاه زخم الجسم من الاتجاه الأفقي إلى الاتجاه شبه العمودي وفي كل لحظة من لحظات الأداء (النهوض) يمتلك الجسم طاقة حركية وطاقة كامنة والتي تشكل بمجموعها الطاقة الميكانيكية الكلية في هذه اللحظات (طاقة ميكانيكية في لحظة الدفع الأول وطاقة ميكانيكية في لحظة الدفع النهائي) لذا يسعى اللاعب أن يكون التناقص بين الطاقتين بأقل قدر ممكن.

وتعد الإنثناءات مهمة لتوليد قوة نهائية جيدة فضلاً عن أنها في مفصل الركبة تؤدي إلى زيادة سرعة الحركة والجسم قبل التماس وبعده، مع مراعاة أن لا يكون الإنثناء كبيراً لأنه يؤدي إلى تناقص في الطاقة الحركية وزيادة زمن النهوض، لأن الإنثناء يؤدي إلى ابتعاد محاور الدوران لمفاصل الرجل الدافعة عن خط عمل قوة الجاذبية فيزداد بذلك عزم قوة الجاذبية على العضلات المادة التي تعمل على مقاومة هذا العزم والتغلب عليه وبالتالي فإن الطاقة كلها أو جزء كبير منها قد تم استخدامها لإيقاف الثني، أي أن اللاعب لا يستطيع استثمار القوة بالمد السريع والفعال من خلال لحظة الترك مما يؤدي إلى إبقاء مركز ثقل اللاعب في مستوى متدني.

إضافة إلى ما تقدم أن في هذه المرحلة (مرحلة القوة القليلة) يكون خط عمل وزن الجسم متجهاً إلى الأسفل، فعندما يبدأ الجسم بالهبوط إلى الأسفل تدريجياً من خلال إنثناء مفصل الركبة للرجل الدافعة فإن القوة التي تعمل باتجاه الأسفل هي وزن الجسم مضافاً إليه القوة المستخدمة باتجاه الأرض وبذلك يتجه الجسم نحو الأسفل، إما رد فعل الأرض فيكون اقل من وزن الجسم، ومن هنا نستنتج انه عندما يكون وضع. اتجاه الجسم إلى الأسفل تكون قوة رد فعل الأرض اقل من قوة وزن الجسم ولذلك ستكون القوة قليلة، من ذلك نستطيع القول انه على اللاعب أن يكون وضعه عمودي وعلى خط تأثير القوة وذلك لأن الوضع العمودي يؤهله لتحقيق قوة أفضل.

وخلاصة ما ذُكر أن القيم القليلة للقوة في هذه المرحلة ناتجة عن طريق الإنثناء في مفصل الركبة والعمل باتجاه الجاذبية الأرضية والذي اثر بالتالي على قيم معدل القوة.

إضافة إلى أن زمن وصول تأثير اقل قوة مسجلة في مرحلة الدفع الأول ترتبط ببعض المتغيرات الكينماتيكية المهمة التي تحدد مسار الكرة بعد ضربها وهذه العلاقة ضرورية ومهمة لتحديد المسار التعجيلي لمركز ثقل الجسم التزايدي لبلوغ أعلى ارتفاع ولتحقيق مجال طيران مناسب.

إنّ القوة المبذولة ضد قوى الجاذبية الأرضية والحصول على مسار تعجيلي أكبر عند الامتداد النهائي يؤثر بشكل إيجابي إلى زيادة ارتفاع نقطة مفصل الورك بالإضافة إلى إنّ التقدم الذي يحصل في زاوية النهوض سوف ينعكس بشكل إيجابي على سرعة الكرة، فضلاً على أن القوة تؤثر بشكل مباشر على القوة المتولدة في عضلات الرجلين والتي تنتقل إلى الجذع كنقل حركي ومنه إلى رأس اللاعب ثم إلى الكرة مما يجعل أداء الضرب قوي وسريع من جراء التداخل الانسيابي لحركة أجزاء الجسم باتجاه الواجب الحركي واستثمار القوة العضلية الكاملة لخدمة مهارة التهديف في الرأس من القفز.

لذلك فمن أهم مؤشرات فاعلية الأداء هو استخدام المسار الحقيقي للقوة بواسطة جميع المفاصل المشتركة في العمل العضلي والتوقيت السليم لها لتحديد المسار الصحيح لمركز ثقل جسم اللاعب وزاوية طيران الجسم للوصول للكرة وضربها بالزاوية المناسبة لتحقيق الدقة في التهديف.

ترابط المتغيرات البيوميكانيكية لمهارة التهديف بالرأس من القفز:

من المتغيرات الكينماتيكية المهمة والمؤثرة في فاعلية الأداء لمهارة التهديف بالرأس هي زاوية الركبة للرجل الدافعة قبل لحظة الترك والتي تلعب دور في عملية الدفع النهائي من خلال توجيه الحركة إلى الأعلى، فلكي تحدث حركة الدفع يجب أن نزيد من قوة الشد العضلي للحلقات العاملة مع الارتكاز ولتنتج تعجيلاً موجهاً إلى الأعلى تخدم الأطراف العاملة لأداء الحركة، ومن خلال القوة الديناميكية والتغيير في قيمة القوة وتعجيل القوة وبتأثيرها يبدأ الدفع. لذا فإن مد الجسم إلى الأعلى بمساعدة زاوية الركبة سيعمل على زيادة التعجيل وبالتالي على سرعة حركة الجسم.

إنّ ارتفاع القفز له علاقة ترابطية مع زمن وصول تأثير أقصى قوة للدفع النهائي فإن قصر الزمن يؤدي إلى أن يكون مستوى القدرة العضلية عالية جداً من خلال متغير ارتفاع القفز وسبب ذلك تحسن في ظاهرة النقل الحركي في المفاصل العاملة بما يخدم الأداء المهاري للضرب بالرأس.

ولما كانت قوة الدفع تعني بذل قوة في اقل زمن ممكن لتغيير زخم الجسم من اتجاه إلى اتجاه آخر كما يحدث في دفع الأرض بالقدم، ويعد هذا المتغير من أهم العوامل في تنفيذ هذه المهارة، إذ يتميز لاعب كرة القدم الناجح ببذل كل قواه العضلية لتحقيق المسافة العمودية والأفقية المطلوبة لضرب الكرة بأقصر زمن ممكن، وذلك لأن سرعة القفز تعتمد على محصلة القوى المبذولة في الاتجاه المطلوب تنفيذه أي بزاوية طيران مناسبة لتحقيق هدف المهارة.

أما عملية المد في مفصل الركبة للرجل الدافعة قبل لحظة الترك فهو دليل على مقدار الدفع إذ أنّ عملية المد لغرض الحصول على سرعة نهائية عالية يجب أن يتم بعد التمهيد لها بعملية ثني وذلك من أجل تحقيق قوة موجبة لعملية التسارع والسرعة النهائية للحركة متعلقة بطريقة التعجيل أي بثني وبمد الركبة، وهي ناحية ميكانيكية مهمة لحظة النهوض لتسهيل مهمة رفع ثقل الجسم إلى الأعلى مع بقية المتغيرات الميكانيكية المهمة والضرورية في هذه المرحلة، لذلك كلما ازداد مساحة ما تحت المنحنى تأثر المسار التعجيلي لمركز ثقل اللاعب ليبلغ أعلى ارتفاع له في نهاية المرحلة وبالتالي تحقيق مجال طيران أفضل.

وإنّ التطور الحاصل في مقدار القوة والتي انتقلت من خلال المفاصل البعيدة إلى القريبة مثل القوة التي انتقلت من خلال مفصل الكاحل ثم لمفصل الركبة ثم للعضلات الباسطة لمفصل الورك والتي أدت إلى إنتاج القوة لهذه الأجزاء عند نهاية الحركة إذ كانت طبيعة الواجب الحركي من عمل هذه العضلات هي الوصول إلى حركة سريعة للجذع ثم للرأس والتي انتقلت بدورها إلى الكرة.

وعلى هذا الأساس فإن زاوية النهوض تحدد الوضع الصحيح للجسم لحظة الدفع، ولا يمكن تغير مسار مركز ثقل الجسم بالاتجاه المطلوب بعد عملية النهوض، أما زاوية الطيران فهي التي تحدد الزاوية التي ينطلق منها مركز ثقل الجسم بعد النهوض وترسم المسار النهائي لحركة مركز ثقل الجسم وفق المتطلبات الميكانيكية لمهارة التهديف بالرأس من القفز.

وهذا يتعلق بما يمتلكه أداء هذه المهارة من قدرة عالية للقوة أي مقدار دفع القوة إذ بازدياد محتوى المساحة الواقعة المحددة لمنحنى القوة- الزمن تزداد قوة الدفع، فضلاً عن أن المتغيرات المذكورة تعطي المقدار الحقيقي للدفع أكثر من باقي المتغيرات الأخرى مثل أقل قوة وزمنها وأقصى قوة وزمنها والتي تعطي وصفاً لطبيعة القوة أو الدفع المبذول إضافة إلى وصف جزء معين من خط سير القوة أكثر من وصف القيمة الحقيقية للدفع وطبيعة الجهد الحقيقي المعطى من اللاعبين المنفذين لتلك المهارة.

أما فيما يتعلق بمسار القوة فإنه يبدأ من مفصل الكاحل ثم الركبة مروراً بمفصل الجذع ومن ثم رأس اللاعب، ولان الانسياب يعني التكامل في الأداء الحركي وهي تعكس صفة التوافق وانعدام الفترات الزمنية بين أقسام الحركة، بمعنى أنها متعلقة بتوافق أيعازات القوة فيما بينها مع القوى الخارجية وخاصة قوى الاستمرار، لذا فإن القوة المسلطة تتناسب وسرعة الكرة من جراء نقل الزخم إلى الكرة . حيث يظهر الوضع الصحيح للفعل الذي يسلطه اللاعب والذي يحصل من خلاله على قوة رد الفعل والتي تنتقل وبشكل ديناميكي بخط عمل ينطبق مع خط عمل قوة الرجل والجذع ماراً بمركز ثقل الجسم ومن ثم تكون النتيجة أفضل.

وعندما يكون هناك توزيعاً جيداً بالفترات الزمنية بمراحل وأجزاء الحركة عند مراحل الهبوط والنهوض يؤدي إلى إيجابية الدفع اللحظي وعلى الإمكانية الجيدة في توزيع القوى على مراحل وأجزاء الحركة بما يتناسب مع كل مرحلة من مراحل الأداء الحركي، ومن جهة أخرى يدل زمن الدفع الكلي على الإمكانية الجيدة للخصائص الكينماتيكية للحركة من خلال التطبيق الأمثل لهذه الزوايا وخاصة زاوية النهوض وزاوية مفصل الركبة للرجل الدافعة قبل لحظة ترك الأرض (لحظة النهوض) وزاوية طيران الجسم التي تدل على ترابط الحركات لهذه الأجزاء مع بعضها البعض في انسيابية عالية وتناغم جيد مما ينعكس ذلك على انتقال حركي عبر هذه المفاصل خلال زمن قصير من خلال التوقيتات المناسبة بمشاركة المجاميع العضلية المسئولة عن العمل في هذه الأجزاء بحيث تكون المشاركة متزامنة ومتسلسلة مما يعطي ردود أفعال حركية لحظة الحركة والدفع من الأرض كرد فعل حركي لهذه الأجزاء عند قيامها بالدفع، لذلك على اللاعب أن يعمل على إخراج أكبر قدر من القوة في اقل زمن ممكن حتى يحقق أعلى كمية حركة خلال النهوض لأداء مهارة التهديف بالرأس بشكل فاعل ومؤثر.

الفصل الثامن

ميكانيكية مهارات حارس المرمى

الفصل الثامن

ميكانيكية مهارات حارس المرمى

المقدمة:

يعتبر مركز حارس المرمى من المراكز المهمة بكرة القدم وهو يعد آخر خط دفاعي للفريق وأول خط هجومي لبناء الهجمة، ويعتبر انتقاء المواهب الكروية بهذا المركز من الأمور الصعبة والتي تحتاج إلى توافر خصائص ومميزات تختلف عن بقية لاعبي كرة القدم بمراكز اللعب المختلفة وذلك بسبب الواجبات الخاصة الملقاة على عاتقه، ونتيجة لهذه الواجبات الخاصة تنوعت واختلفت المهارات التي يؤديها عن بقية أعضاء الفريق.

تعتبر مهارات حارس المرمى من المهارات المهمة بكرة القدم وخاصة بعد التعديلات القانونية باللعبة والتي ألقت أعباء إضافية على حارس المرمى سواء بعملية الدفاع أو الهجوم، ومن أهم ما يميز حارس المرمى هو قدرته على التوقع وسرعة رد الفعل واختياره المكان المناسب والتحرك لصد هجمات الفريق المقابل ومنع الفريق المنافس من التسجيل.

هناك العديد من المهارات الأساسية التي على حارس المرمى إتقانها وهي لا تزال بحاجة إلى المزيد من البحث والدراسة المتخصصة لأن عدداً قليلاً جداً من الباحثين الذين تطرقوا لتحليل هذه المهارات ميكانيكياً بدراساتهم.

معظم الدراسات التي تناولت التحليل البيوميكانيكي لمهارات حارس المرمى ركزت بالدرجة الأساس على مهارة الارتماء للتصدي لركلة الجزاء، لذا فهي دعوة للباحثين والمختصين من تطبيق مبادئ الميكانيكا الحيوية للحصول على نظرة ثاقبة لأداء مهارات حارس المرمى الكثيرة والمتنوعة مساهمة منهم بتطوير لعبة كرة القدم وتحديد أهم المؤشرات الميكانيكية لانتقاء حارسي المرمى.

المهارات الأساسية لحراس المرمى بكرة القدم:

كرة القدم هي لعبة شعبية ومعروفة في جميع أنحاء العالم حيث تؤدى العديد من المباريات ولمختلف الفئات العمرية كل يوم. هذه اللعبة التي أبهرت الناس لأنها اللعبة التي لا يمكن التنبؤ بنتائجها فلا يمكن معرفة ما سيقوم به اللاعبون إثناء تحركهم أو إثناء تأديتهم للمهارات المختلفة والمتنوعة أو قد يرتكبون أخطاء قد تكون قاتلة لسير المباراة. كما هو الحال عند خط الدفاع أو حارس المرمى الذين يكونون معنيين بصورة مباشرة لهذه اللحظات الحاسمة.

لذلك فمن الضروري ان نتطرق إلى حركات ووضعية حارس المرمى للتفاعل مع مثل هكذا لحظات حاسمة خلال سير المباراة لمساعدة اللاعبين والمدربين والمختصين في التعرف على العوامل التي تساهم بانتقاء المواهب الكروية بغية الارتقاء باللعبة واختصاراً للجهد والوقت والمال الذي يصرف على لاعبين لا يتمتعون بخصائص ومميزات الحارس المثالي.

ان حركات حارس المرمى وحتى وضعيته واختياره للمكان الصحيح وبالوقت المناسب وبما لا يتعارض مع قانون كرة القدم كلها مؤشرات تدل على إمكانية انتقاء أفضل حراس مرمى، وبسبب أباحة القانون لاستخدام اليدين لحارس المرمى إضافة إلى بقية أجزاء جسمه فقد تنوعت واختلفت المهارات الأساسية التي يؤديها حارس المرمى عن بقية اللاعبين، ويمكن تقسيم المهارات الأساسية لحارس المرمى على النحو الآتي:

1. مهارة استلام (مسك الكرة) وتشمل:

أ. استلام الكرة المتدحرجة على الأرض.

ب. استلام الكرة المرتدة عن الأرض.

ج. استلام الكرة وهي على ارتفاع البطن.

د. استلام الكرة وهي على ارتفاع الصدر.

ه. استلام الكرة وهي على ارتفاع الرأس.

و. استلام الكرة العالية.

ز. استلام الكرة الجانبية بدون الارتماء.

ح. استلام الكرة الجانبية مع الارتماء.

ط. استلام الكرة أو اقتناصها من بين أرجل الخصم.

2. مهارة صد(ضرب) الكرة وتشمل:

أ. لكم الكرة بيد واحدة.

ب. لكم الكرة باليدين.

ج. تحويل الكرة باليدين أو اليد الواحدة من فوق العارضة.

3. مهارة مناولة (رمي) الكرة وتشمل:

أ. مناولة الكرة بيد واحدة من قرب الكتف.

ب. مناولة الكرة بيد واحدة من فوق الرأس.

ج. مناولة الكرة باليدين من فوق الرأس.

د. مناولة الكرة باليدين من أمام الصدر.

ه. مناولة الكرة الأرضية (المتدحرجة).

4. مهارة ضرب الكرة بالقدم وتشمل:

أ. ضرب الكرة بدون سقوطها على الأرض.

ب. ضرب الكرة بعد لمسها الأرض.

ج. ضرب الكرة وهي ثابتة على الأرض.

ويمكن تقسيم المهارات الأساسية لحارس المرمى إلى مهارات دفاعية ومهارات هجومية، ومن أمثلة المهارات الدفاعية هي مهارة مسك الكرة ومهارة صد الكرة ومهارة ضرب الكرة بقبضة اليد (لكم الكرة) وهذه المهارات يمكن أدائها من دون ارتماء حارس المرمى أو مع ارتمائه، هذا فضلاً عن مهارة تشتيت الكرة بالقدم، أما أمثلة المهارات الهجومية فهي مهارة المناولة سواء باليد أو القدم وقد تتعدد المهارات الهجومية حتى تشمل مهارة ضرب الكرة بالرأس والتي نلاحظها جلياً في الدقائق الأخيرة من زمن

المباراة وخاصة عندما يكون الفريق خاسراً للمباراة محاولة منه زيادة العدد الهجومي، وكذلك ممكن ان تشمل المهارات الهجومية لحارس المرمى مهارة التهديف وخاصة أثناء تنفيذه ركلة الجزاء.

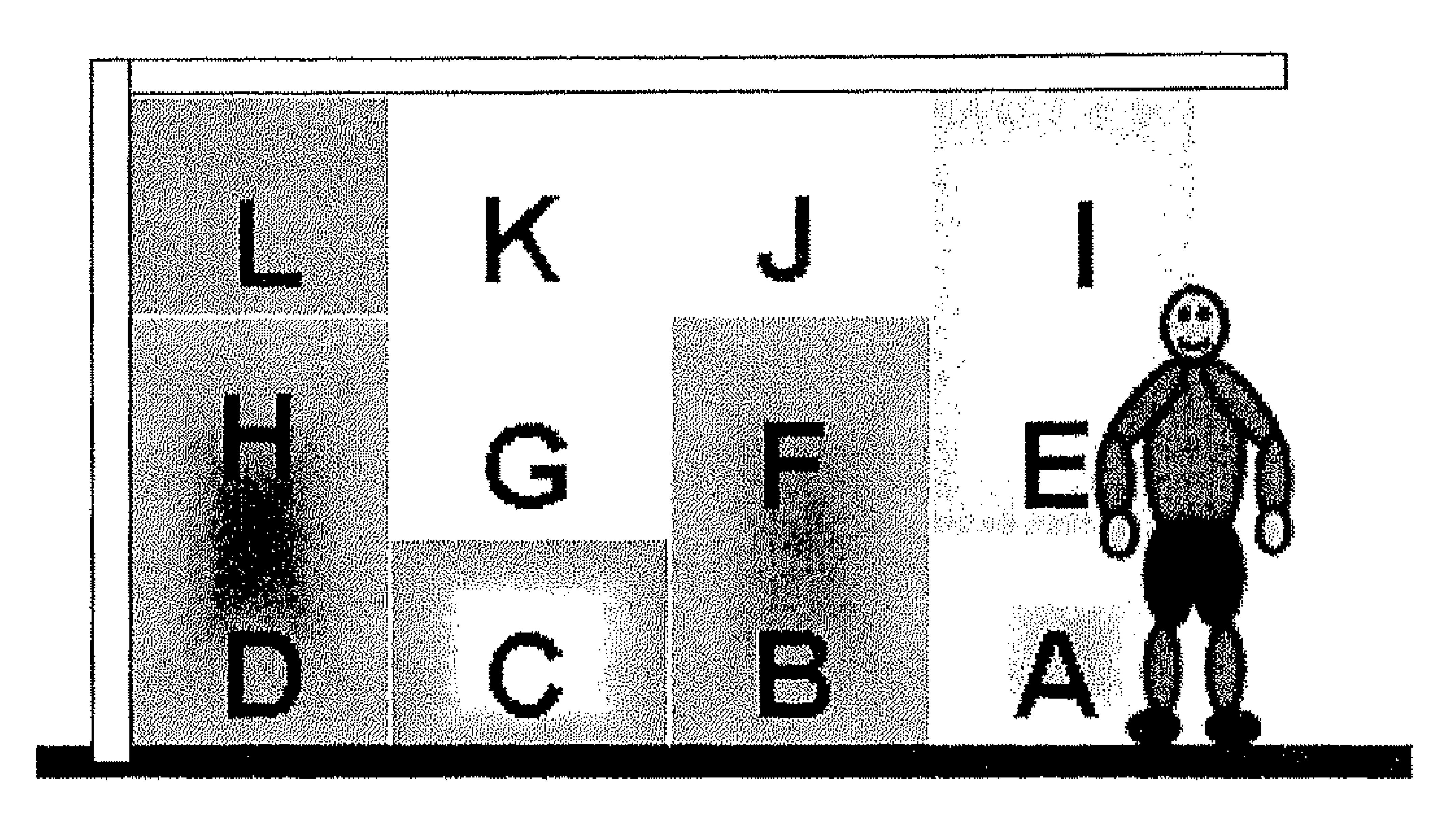
وتشجيعاً للعب الهجومي وزيادة عدد الأهداف، فضلاً عن تقليص فرصة اتباع الفريق الفائز لقاعدة ضياع الوقت من خلال تكرار إرجاع الكرة لحارس المرمى، أجرى الاتحاد الدولي لكرة القدم بعض التعديلات بقانون اللعبة من خلال عدم السماح لحارس المرمى من لمس الكرة باليد عند قدوم الكرة من زميله وخاصة عند استخدامه القدمين بإرجاع الكرة لحارس المرمى. هذه التعديلات القانونية أضافت أعباء على حارس المرمى من خلال أداء وإتقان مهارات أساسية أخرى خلال سير المباراة أو التدريب ومن هذه المهارات هي مهارة الإخماد بأنواعه المختلفة ومهارة الدحرجة بالكرة والحجز بالكرة ومهارة المراوغة والخداع.

وبالنسبة لحركات حارس المرمى عادة ما تكون قصيرة جداً ويمتاز الأداء الفني بالقدرة العالية والتي تكون مزيج من القوة والسرعة وخاصة في مهارة الارتماء للتصدي للكرة، فالحكم عليها وتقييمها قد يشوبه بعض الأخطاء نتيجة الاعتماد على التقييم الذاتي، لذا يجب التركيز على اعتماد أساليب ووسائل التقييم في الميكانيكا الحيوية لفهم معمق لحركات حارس المرمى والتي تساعد من تحديد بعض خصائص ومميزات حراس المرمى الموهوبين بدلالة بعض المؤشرات الميكانيكية، أولى الدراسات التي تطرقت إلى الفهم الميكانيكي لمهارات حارس المرمى كانت عن طريق Suzuki et al., 1988، بعدها تعددت الدراسات بهذا الشأن ومنها دراسة Lees and Nolan 1998 التي تناول مهارة الارتماء من خلال المقارنة بين حارسين يتمتعان بمستوى مهاري عال وآخرين اقل مستوى، حيث وجد ان الحارسين ذوي المستوى المهاري العال قادرين على ان يدفعا مركز ثقلهم وفي مسار مباشر مع اتجاه الكرة بشكل أسرع مما هو عليه للحارسين الأقل مهارة، تم استخدام بعض الاختبارات منها اختبار الارتماء المشابه للاختبار المستخدم من قبل Suzuki et al, 1988 وكذلك حركات القفز الثلاثة فضلاً عن اختبار العدو القصير وقياس قوة عضلات الرجلين. توصل الباحثان إلى وجود علاقة بين مستوى المهارات لحراس المرمى التي يحددها مستوى الدوري الذي يلعبون فيه

فضلاً عن نتائجهم بالاختبارات المستخدمة والتي إشارات على ان المعايير البيوميكانيكية التي تستند عليه هذه الاختبارات (السرعة وقدرة القفز والقوة) تعتبر من العوامل الهامة للحصول على أداء مهاري مميز لحارس المرمى إثناء المباراة.

لذا فتقديم أي نوع من هذه العلاقات المتبادلة من شانه ان يؤدي إلى تحسن الأداء، فضلاً عن التأكيد على زيادة عدد الاختبارات لأنها كفيلة بزيادة أداء حارس المرمى والوقوف على مكامن قوته وضعفه، ونتائج هذه الاختبارات المستخدمة وتحديد علاقات نتائجها المتبادلة قد تؤدي إلى مستوى أفضل لمهارة حارس المرمى. ويمكن استثمار هذه الاستنتاجات بصورة فاعلة خلال تدريب حراس المرمى، فعلى سبيل المثال إذا كان هناك علاقة ارتباط بين قوة الرجلين مع مستوى مهارة الحارس، فنعمل على تشجيع المدربين بضرورة التركيز على تدريب القوة لحراس مرماهم بغية تطوير مستواهم المهاري. لذلك هناك دعوة للبحث والتقصي فيما إذا كان مستوى مهارة حراس المرمى لكرة القدم يرتبط مع سلسلة من الاختبارات الموحدة للميكانيكا الحيوية.

وقد أجرى كلا من Graham-Smith and Lees,1999 تحليل لحركات الارتماء لحارس المرمى إثناء قذف الكرة إلى عدة مناطق من الهدف كما في الشكل (40)، وقد تم تبويب هذه الحركات الأساسية لحارس المرمى كما في الجدول (3)، واتسمت هذه الحركات عن طريق استخدام الخطوات الجانبية والمتقاطعة للوصول إلى الكرة.



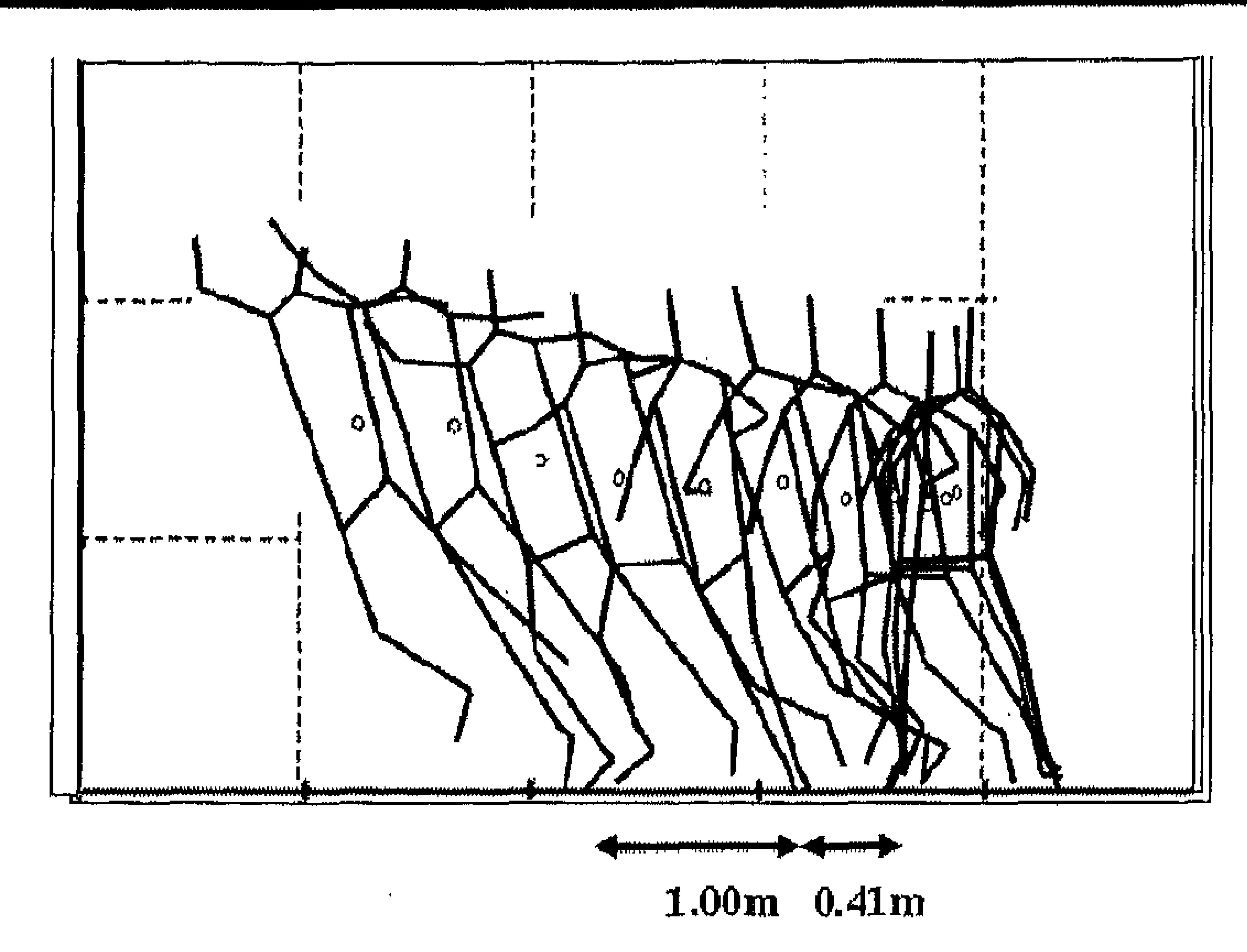
شكل40

يوضح تقسيم الهدف إلى12 منطقة.

جدول3

يبين أنواع حركات حارس المرمى المستخدمة للمحافظة على مرماه المقسم إلى12 منطقة.

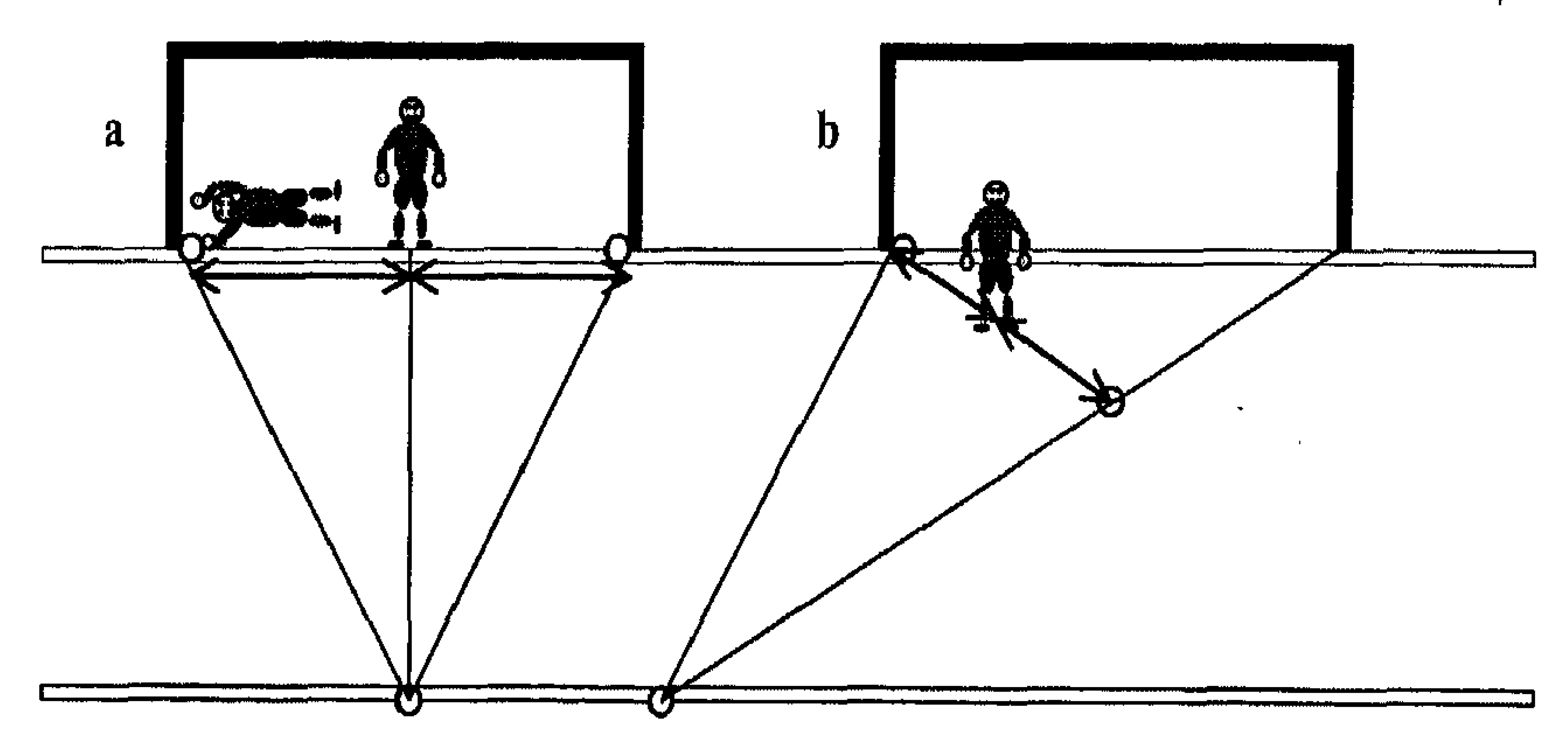
حركات حارس المرمى	خطوة تقاطع	خطوة جانبية
نوع 1 منطقة A إنثناء الساقين والسقوط على الأرض	0	0
نوع 2 منطقة E و I قفزة برجل واحدة أو رجلين للوصول إلى الكرة	0	0
نوع 3 منطقة B و F الرجل اليمنى تكون تحت الجسم والارتماء خارج الرجل اليسرى	0	1
نوع 4 منطقة C خطوة صغيرة إلى اليمين يتبعها ارتماء للأسفل واندفاع الرجل اليسرى للجانب البعيد	0	1
نوع 5 منطقة G، J و K خطوة صغيرة يتبعها إلى الأعلى اندفاع الرجل اليمنى للجانب البعيد	0	1
نوع 6 منطقة D و H خطوة تقاطع قبل الارتماء للجانب البعيد للرجل اليسرى	1	0
نوع 7 منطقة L خطوتين تقاطع والارتماء للجانب البعيد للرجل اليمنى	2	0



شكل41

يوضح مثال لمهارة الارتماء للنوع السابع .

وفيما يتعلق باختيار المكان المناسب لحارس المرمى إثناء تصديه لهجمات الفرق المنافس، يوضح الشكل (42) وقفة حارس المرمى التي يتبناها للتقليل من زاوية رؤيا الخصم.



شكل42

يوضح موقع حارس المرمى تبعاً لاختلاف اتجاه الهجمة.

نقلا عن(1996) Lees

أساليب ارتماء حارس المرمى أثناء تصديه لركلة الجزاء:

على المدرب ان يُفهم لاعبيه ما هي أهم العوامل التي تؤثر على أداء كل من ركلة الجزاء والتصدي لها من قبل حارس المرمى من أجل تحديد أفضل الأساليب للتحضير لهذه اللحظة الحاسمة والحرجة التي غالباً ما يتعرض لها اللاعبون وخاصة حارس المرمى.

هنالك القليل من الأبحاث التي تناولت ميكانيكية ركلات الجزاء مع الأخذ بنظر الاعتبار عن الأساليب المتوقعة من حارس المرمى للتصدي لهذه الركلات.

قام Kuhn's 1988 بدراسة على أندية الدوري الأوربي ووجد ان 20٪ من ركلات الجزاء تم إنقاذها، فمن أصل 66 ركلة جزاء تم إنقاذ 13 ركلة، وتم تحديد أسلوبين من أساليب حارس المرمى بإنقاذهم لركلات الجزاء. الأسلوب الأول يتأخر فيه حراس المرمى بالارتماء لإنقاذ مرماهم فيبدأ تحركهم في اللحظة التي يتم ركل الكرة من قبل اللاعب المنفذ لركلة الجزاء أو بعد ذلك مباشرة، فمن أصل 66 ركلة تم تنفيذ 15 حالة بهذا الأسلوب أي نسبة 23٪ تقريباً، إما الأسلوب الثاني والذي يتحرك به حراس المرمى بوقت مبكر لإنقاذ مرماهم قبل لحظة اتصال قدم اللاعب الراكل للكرة والتي تم تنفيذها بنسبة 77٪. وقد أوصت Kuhn باستخدام إسلوب الأول لأن نسبة إنقاذ الهدف بحال استخدامه في التصدي لركلة الجزاء بحدود 60٪ بالمقارنة مع نسبة الإنقاذ بالأسلوب الثاني والتي تقدر بحدود 8٪.

واستطاع Franks et al. 1999 من تحليل 138 ركلة جزاء في نهائيات كأس العالم بين سنة 1982- 1994م ووجدوا ان بحدود 14.5٪ من الركلات تم إنقاذها، دون التفريق بين حارسي المرمى الذين قاموا بالارتماء بوقت مبكر أو متأخر، واستنتجوا أن حراس المرمى لم ينجحوا في توقع اتجاه الكرة بينما كان 41٪ من الحراس ذهبوا بنفس اتجاه الكرة.

ومن المهم أن نتذكر أن كلاً من حارس المرمى والمهاجم لهم عدة خيارات فقد يرتمي الحارس باتجاه اليمين أو اليسار أو انه يبقى في منتصف الهدف، لذلك فإذا كان حارس المرمى قادراً على التوقع فإن نسبة توقعه بشكل صحيح تكون أقل من 50٪،

ومع ذلك حتى عندما يكون التوقع صحيح فإن نسبة نجاح التصدي للكرة يكون بحدود 25- 30٪.

ومن الجدير بالذكر ان سرعة الكرة تعتمد على المحافظة على الزخم الخطي للقدم الراكلة فضلاً عن المواد المصنعة للكرة. وقد حفز الاتحاد الدولي لكرة القدم بزيادة عدد الأهداف من خلال زيادة الصعوبة على حارسي المرمى بإجراء تعديلات في صناعة الكرة الهدف منها هو زيادة سرعة الكرة مع المحافظة على المواصفات الأساسية للكرة بما يتوافق مع قواعد القانون الدولي لكرة القدم بحيث يكون محيط الكرة (68- 70سم) والكتلة (410- 450غم) والضغط (600- 1100غم/سم2 عند مستوى سطح البحر).

توصل Franks et al,1999 إلى قيم تقريبية لسرعة الكرة في ركلات الجزاء قُدّرت بحدود 22م/ثا بينما وجد Kuhn,1988 ان السرعة بلغت بين 14 إلى 28م/ثا، في كأس العالم 2002 كانت سرعة الكرة أعلى بكثير مما ذكر سابقاً نتيجة لتصميم الكرة الجديدة والاستخدام المدروس للقوة من جانب اللاعب المهدف إذ بلغت بحدود 32م/ثا.

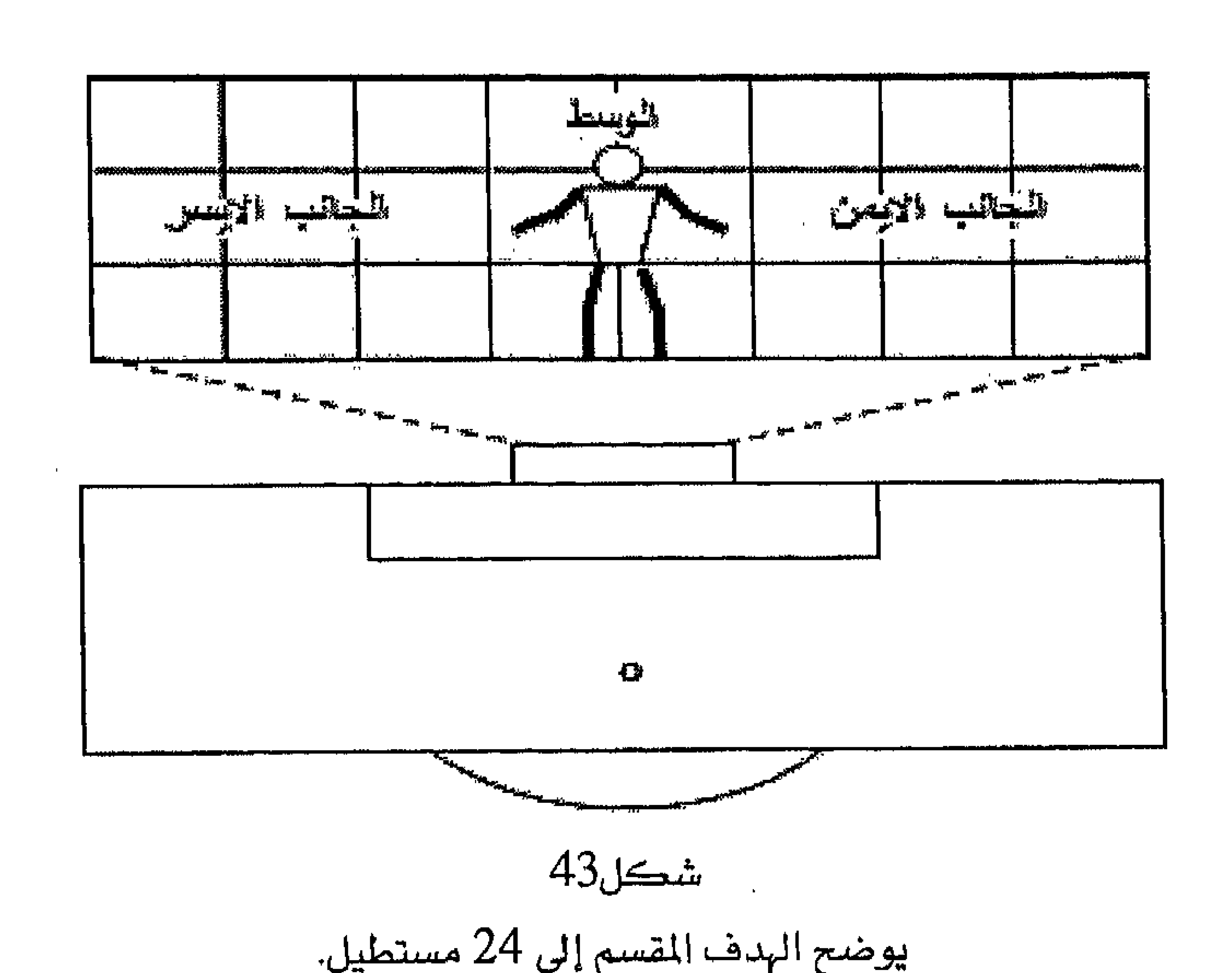
وفي مونديال 2006م بلغت عدد ركلات الجزاء 49 ركلة جزاء تم تنفيذ 33 ركلة جزاء بنجاح وتم إنقاذ 9 ركلات بينما أُضيعت 7 ركلات، وبالنسبة لضياع ركلة الجزاء ليس بالأمر المستبعد على لاعبي كرة القدم لأن هناك العديد من اللاعبين الكبار قد فشلوا في تسجيل أهداف من ركلة جزاء وقد تودع منتخبات كبيرة البطولة من جراء فشل لاعبيها بتسديد ركلات الجزاء.

لذا تعتبر ركلات الجزاء هي فترة حرجة في عملية صنع القرار لكل من حارس مرمى ومنفذ ركلة الجزاء، ونتيجة لسرعة الكرة العالية التي قد تنتهي عادة في غضون ربع الثانية قد يلجأ حارس المرمى للارتماء نحو اليمين أو اليسار قبل ركل الكرة من قبل المهاجم محاولة منه للتصدي للكرة السريعة معتمداً بذلك على توقعه بهذا الخصوص، بينما يعتقد Suzuki et al,1987 ان أداء حارس المرمى يعتمد على قدرته على رمي جسمه من خلال نقل مركز كتلة الجسم بشكل أسرع نحو الكرة.

أما دراسة Morya et al,2005 التي هدفت إلى تحليل ضربات الجزاء في مباريات كأس العالم ومباريات الأندية لأمريكا الجنوبية وأوروبا بين عامي 2000- 2002، للوقوف على الاختلافات التي طرأت على ركلة الجزاء عما كانت عليه سابقاً،

فضلاً عن تحديد العوامل المشتركة التي قد تكون مفتاحاً للأداء من قبل وجهات نظر كل من حراس المرمى ولاعب ركلة الجزاء.

وتم قياس سرعة الكرة ومعرفة ارتماء حارس المرمى سواء كان توقع حارس المرمى صحيحاً بمسار الكرة أم لا ، والتعرف إذا ما قام الحارس بصد الكرة أو ان منفذ ركلة الجزاء قد سجل هدفاً أو وضع الكرة خارجاً أو ارتطمت بعارضة أو احد أعمدة الهدف، وقد تم تقسيم الهدف إلى 24 مستطيلا عرض كل واحد منهن 0.91م وبارتفاع 0.81م كما موضح ذلك بالشكل (43).



شكل43

يوضح الهدف المقسم إلى 24 مستطيل.

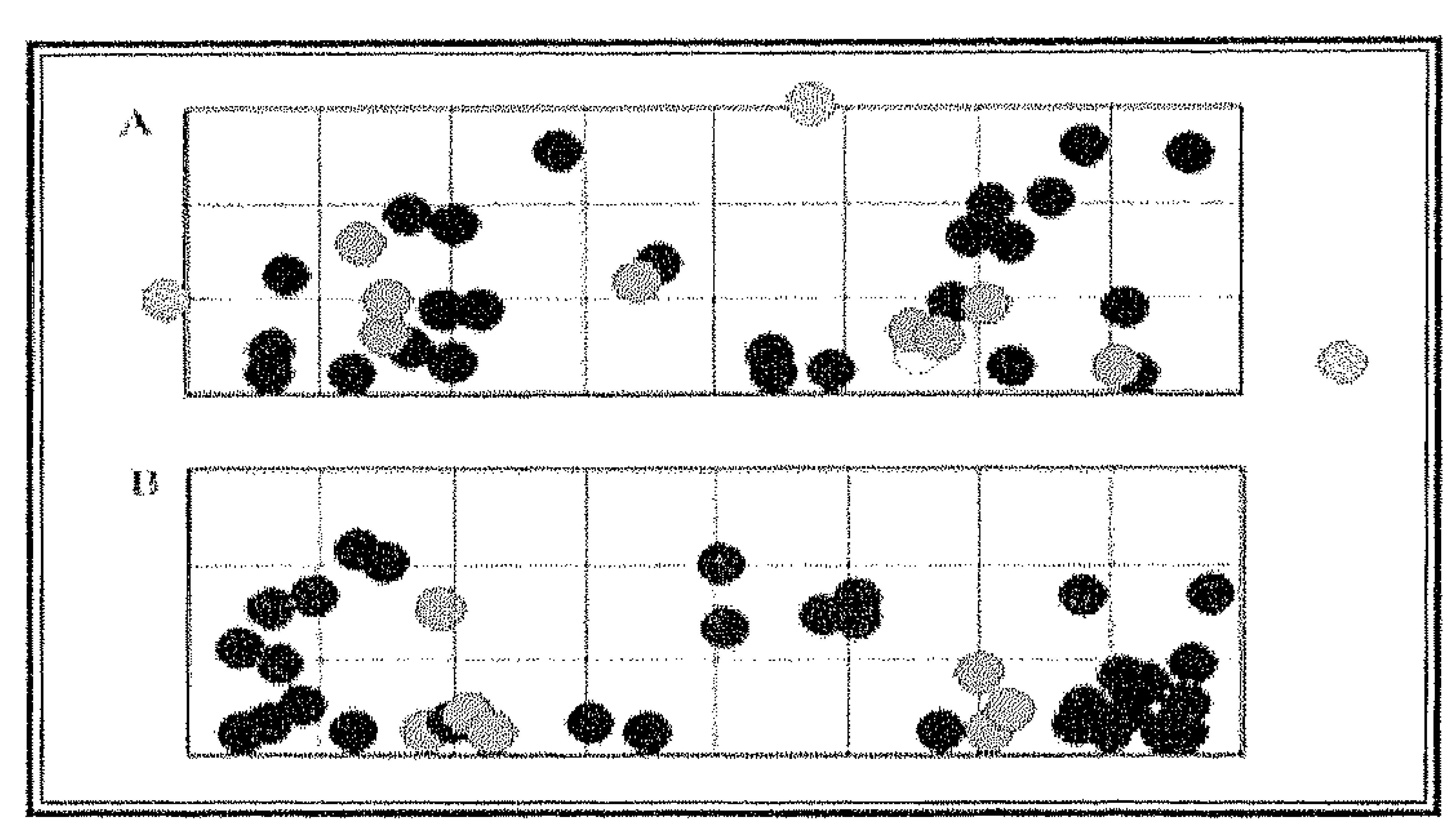
تم تحليل 37 ضربة جزاء في كأس العالم 2002، إضافة إلى تحليل بصورة عشوائية لـ38 ضربة جزاء من مباريات الأندية لأمريكا الجنوبية وأوربا خلال عامي2000- 2002 ومقارنة نتائج هذا التحليل مع نتائج الدراسات السابقة، كان الفرق الأكثر انتباهاً هو سرعة الكرة إذ بلغ بمتوسط حسابي 32م\ث وبانحراف معياري 6م/ثا في كأس العالم (زمن تحليق الكرة إلى الهدف 344 ملي ثانية) بينما كانت سرعة الكرة في ضربة الجزاء لمباريات الأندية بمتوسط حسابي 26م/ثا وبانحراف معياري 3م/ثا، لذا يتضح ان سرعة الكرة بأداء ركلة الجزاء لمباريات كأس العالم كانت أعلى مما هو عليه بمباريات الأندية خلال عامي 2000- 2002

وكذلك هي أعلى من بعض القيم التي تم ذكرها بالأبحاث السابقة التي أشارت إلى ان سرعة الكرة بلغت بحدود 21م/ثا. وقد يعزو سبب ذلك إلى تكنولوجيا الكرة الجديدة "Fevernova" التي تم اعتمادها ككرة رسمية لكأس العالم 2002م.

وقد يعزو أيضاً إلى تعمد منفذ ركلة الجزاء إلى ركل الكرة بقوة شديدة على الرغم من تأثر الدقة مثل هذا الركلات وهذا ما أشار إليه كلا Lees and Nolan, 2002 من ان السرعة العالية للكرة تكون مقترنة بانخفاض الدقة.

نسبة تسجيل الأهداف كانت 76٪ فمن مجموع 75 محاولة تم تحليلها كانت 57 محاولة ناجحة، مع تفوق نسبي لراكلي الجزاء في مباريات الأندية 82٪ (38/31) بالمقارنة مع مباريات كأس العالم 2002 بنسبة 70٪ (37/26).

ويتضح من الشكل (44) ان عدد المحاولات الفاشلة للاعبي الأندية عند تنفيذ ركلة الجزاء اقل مما هو عليه للاعبي كأس العالم إذ بلغت عدد المحاولات الفاشلة للاعبي الأندية 7 محاولات فاشلة بالمقابل 11 محاولة فاشلة للاعبي كأس العالم، في حين ان لاعبي الأندية لم يوجهوا الكرة نحو خارج الهدف بالمقارنة مع 3 ركلات للاعبي كأس العالم كانت خارج الهدف.



شكل44

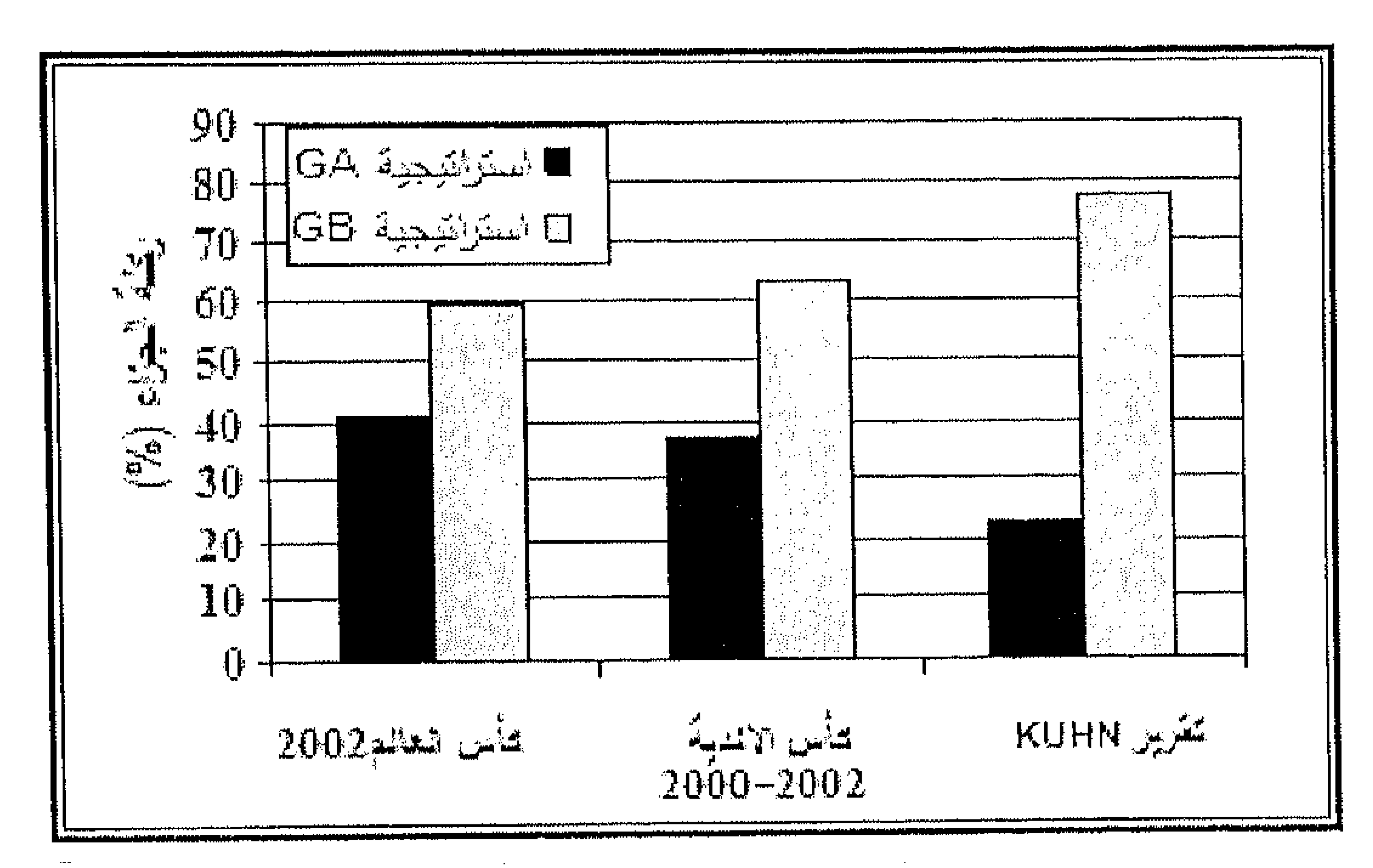
يوضح حالات الركلات المصوبة نحو الهدف.

● = الركلة الناجحة، ● = الركلة الخاطئة (التي تم صدها)، ● = الركلة الخاطئة (خارجاً)، ○= الكرة التي لمسها الحارس إلّا انه لم يستطع إنقاذها.

A= ركلات الجزاء على مرمى الهدف خلال مباريات كأس العالم 2002.

B= ركلات الجزاء على مرمى الهدف خلال مباريات الأندية 2000- 2002.

في كل من بطولة كأس العالم 2002 وبطولة الأندية 2000- 2002 اتبع حراس المرمى إستراتيجية (GA) والتي يرتمي بها حراس المرمى بعد أو عند اتصال قدم الراكل للكرة وبنسبة تقدر بحدود 40٪، في حين كانت نسبة استخدام هذه الإستراتيجية بحدود 23٪ المشار إليها بتقرير Kuhn's 1988، كما مبين ذلك بشكل (45).



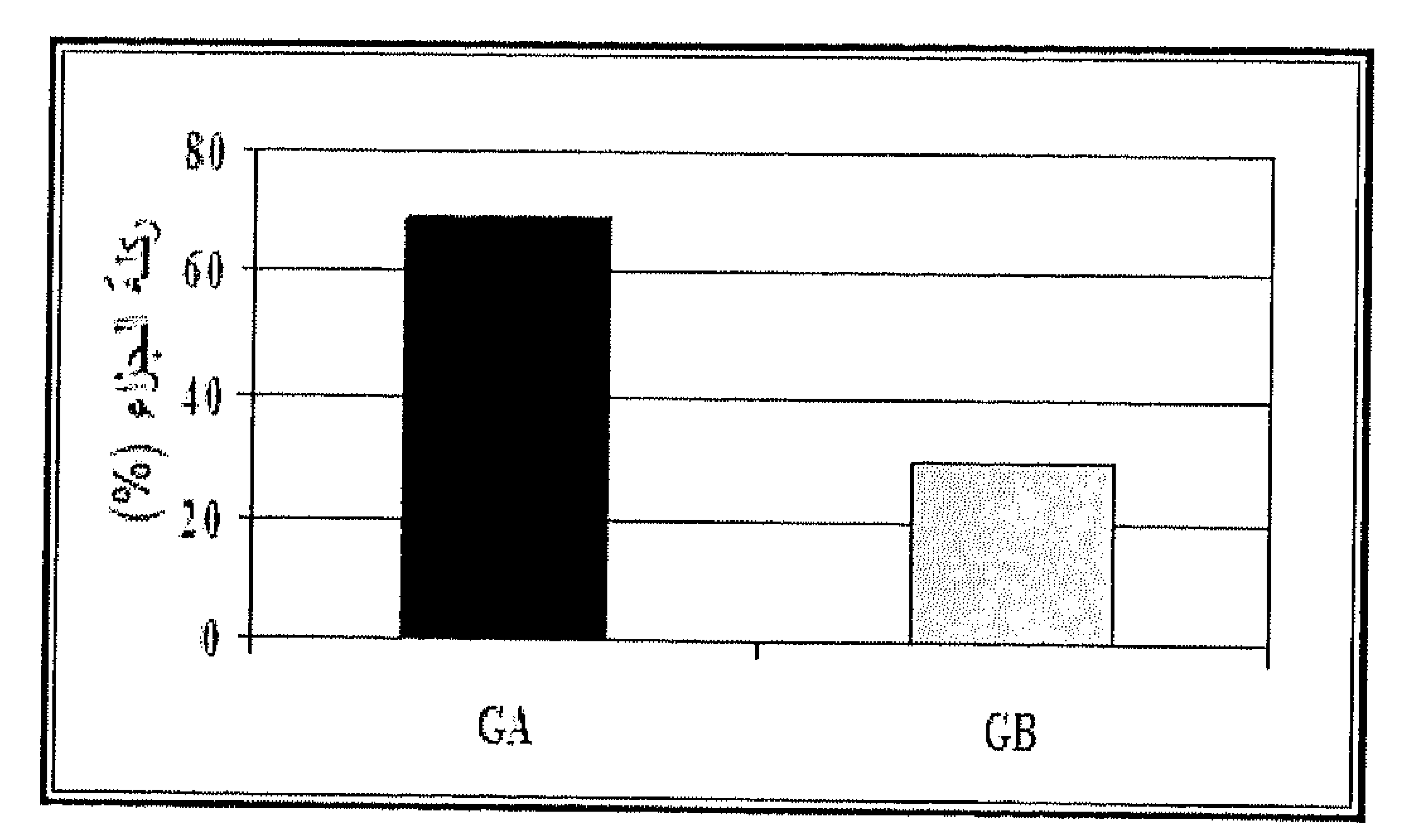
شكل45

يوضح إستراتيجية الارتماء المستخدمة من قبل حراس المرمى.
إستراتيجية =GA ارتماء حارس المرمى بعد أو عند اتصال قدم الراكل للكرة.
إستراتيجية GB = ارتماء حارس المرمى قبل اتصال قدم الراكل للكرة.

يتضح ان هناك زيادة ملحوظة في تبني إستراتيجية GA في بطولة كأس العالم 2002. وبشكل عام فإن تقرير Kuhn وضح ان اتباع حراس المرمى لإستراتيجية GA مكنتهم من التصدي لركلة الجزاء بشكل أكثر احتمالاً من اتباع إستراتيجية GB، إذا بلغت نسبة التصدي لركلات الجزاء باتباع إستراتيجيةGA بحدود 36٪ بينما كانت النسبة باتباع إستراتيجية GB بحدود 11٪. ومن ناحية أخرى هناك فرق مع ما تم ذكره في تقرير Kuhn وهذا منسجم مع سرع الكرة العالية التي تترك وقت اقل لحراس المرمى للوصول إلى الكرة خاصة عندما يكون الارتماء متأخر.

عند النظر في مدى جودة حراس المرمى في توقع لاتجاه الكرة فإننا نجد انه عند اعتماد إستراتيجية GB لحراس المرمى فإنه يذهب بنفس اتجاه الكرة (يمينا أو

يسارا أو في الوسط) حوالي 30٪ من الحالات والتي غالباً ما ترجع إلى الصدفة، مع عدم وجود فروق بين كأس العالم 27٪ وكأس الأندية 29٪، من ناحية أخرى عند اعتماد إستراتيجية GA يؤدي حراس المرمى بشكل أفضل ويسيروا بالاتجاه الصحيح بنسبة حوالي 69٪ من الحالات كما في الشكل (46). وهكذا وبالرغم من السرعة العالية للكرة ما يزال إنقاذ حراس المرمى بشكل أكثر عندما يكون الارتماء متأخراً نسبياً وذلك بسبب الاحتمالية الأعلى لتسير بالاتجاه الصحيح. لذلك يتضح ان اعتماد إستراتيجية GA تكون أكثر فاعلية بتمكين حراس المرمى بالارتماء بنفس اتجاه الكرة.



شكل46
يوضح ارتماء حارس المرمى بنفس اتجاه الكرة
إستراتيجيةGA= ارتماء حارس المرمى بعد أو عند اتصال قدم الراكل للكرة
إستراتيجية GB= ارتماء حارس المرمى قبل اتصال قدم الراكل للكرة.

وقد يتبادر للذهن السؤال التالي: هل تعتبر حركات حارس المرمى نحو اليمين أو اليسار أفضل إستراتيجية؟ والإجابة على هذا التساؤل الذي يوصلنا إلى بعض الاستنتاجات المثيرة للاهتمام حول كيفية تحرك حارس للدفاع عن مرماه إثناء ركلات الجزاء.

فبالنظر إلى تحركات حراس المرمى فإنها قد تعطينا تفسيراً لبعض أوجه النجاح في تسجيل الأهداف، ففي إطار محاولاتهم الرامية لتصدي لركلة الجزاء فإنهم

قد يرتمون نحو اليمين أو اليسار، وكما تمت الإشارة سابقاً أنه في حال قيامهم بذلك فإن نسبة توقعهم تكون بصورة صحيحة اقل من 50٪ من المحاولات، ومع ذلك حتى عندما يكون التوقع صحيحاً فإن نسبة نجاح التصدي للكرة يكون بحدود 25- 30٪.

لكن عندما يبقى حارس المرمى في وسط مرماه والكرة تتوجه نحو وسط المرمى فاحتمالية نجاح التصدي للكرة تكون كبيرة نظراً لأن اتجاه الكرة إثناء ركلات الجزاء قد تكون مصوبة نحو مركز الهدف، لذا فإن بقاء حارس المرمى في وسط مرماه يزيد من فرصة التصدي للكرة، ويتضح مما سبق ان هناك إستراتيجية أخرى مفضلة لحفظ الهدف هو البقاء في وسط الهدف خلال ركلة الجزاء، بمعنى ألّا يتم اعتماد فكرة أن حفظ الهدف تكمن في القفز نحو اليسار أو اليمين، ونتأمل من هذا الاستنتاج ان يكون في محله الصحيح من خلال إجراء البحوث العملية والتوصل إلى أرقام تعزز من هذا الاستنتاج.

فعند مراجعة الدراسات المشار إليها سابقاً والتي قسمت الهدف إلى 9 مناطق، فنلاحظ انه في حال ارتماء حارس المرمى في اتجاه واحد فهو قادر على تغطية 9/1 من منطقة المرمى والتي عادة ما تكون الزاوية السفلى بالإضافة إلى قليلا من المنطقة الوسطى، لكن إذا ما وضعت الكرة في الثلث العلوي أو للجانب فإن حارس مرمى تكون لديه فرصة ضئيلة للغاية للتصدي للكرة. لذا فعلى حارس المرمى ان يسعى لسد هذه الثغرة وهذا الضعف من خلال بقائه في وسط منطقة مرماه التي يمكن من خلالها تغطية ثلث منطقة المرمى تقريباً (المناطق الوسطى لمرمى الهدف سواء كانت العليا أو السفلى أو الوسط).

وإذا ما سلمنا بصحة هذا التحليل فلماذا حراس المرمى يرتمون نحو اليمين أو اليسار أثناء التصدي للكرة؟ يمكن أن يستند جزء من قرار حارس المرمى على خبرته وعلى قراءته لتحركات جسم اللاعب المنفذ لتهديف، فضلاً عن أستناده للرأي السائد ان الارتماء هو في الواقع أفضل إستراتيجية. وهناك سبب آخر ربما يكمن في الحاجة المدركة للقيام بشيء ما بدلاً من لا شيء، وفي مجال الرياضة كثيراً ما يبرر للأخطاء إذا تم تقديمها بأقصى سرعة. فالارتماء نحو اليمين أو اليسار يعطي مظهراً لحارس المرمى

انه بذل قصارى جهده للتصدي للكرة وإبعاد نظر الآخرين انه لم يبذل جهدا للتصدي للكرة. وفي الواقع ان دراسة استقصائية لحراس المرمى تبين أن الغالبية العظمى تشعر بعدم الارتياح إذا سجل هدف في مرماه عند بقائه ثابتاً بوسط مرماه على عكس تحركه نحو اليمين أو اليسار حتى في حال عدم قدرته على التصدي للكرة.

الرسالة الرئيسة هي أن يتم أخذها من وجهة نظر إحصائية، فقد يكون أكثر فائدة لحارس المرمى للدفاع عن ركلة جزاء عن طريق البقاء في وسط مرماه بدلاً من الارتماء إلى جانب واحد والتي تحتاج إلى جهود بطولية أكثر مما هو عليه بحال البقاء في وسط المرمى، لذا فمن الضروري لحارسي المرمى الاستفادة من جميع الأبحاث والدراسات بهذا الخصوص ومشاهدة وتحليل للعديد من أشرطة الفيديو للاعبين إثناء تنفيذهم لركلات الجزاء بغية تحسين قدراتهم على التوقع وسرعة رد الفعل وتحليل ميكانيكية حركة حراس المرمى أثناء تنفيذهم للمهارات الأساسية والتي لا تزال بحاجة إلى المزيد من البحث والدراسة المتخصصة لأن عدداً قليلاً جداً من الباحثين الذين تطرقوا لتحليل هذه المهارات ميكانيكياً بدراساتهم، فالبيانات التي تخص بيوميكانيكية حراسة المرمى بكرة القدم محدودة ونادرة، لذلك حاول المؤلف استعراض بعض الأبحاث السابقة التي تخص بيوميكانيكية مهارات حارس المرمى ومنها مهارة الارتماء لأنها المهارة الأكثر استخداماً من قبل حارس المرمى خلال المباراة، لذا فهي دعوة جادة للباحثين والمهتمين بإجراء الكثير من الأبحاث على حراس المرمى وضمن البيئة العربية وبأجواء مشابهة لظروف المباراة مع اعتماد التداخل باستخدام التحليل الكينماتيكي والكينتيكي للوصول إلى النتائج الموضوعية لاعتمادها في التدريب وانتقاء المواهب لهذا المركز الحساس والمهم في بناء فريق متكامل ومترابط الخطوط.

التحليل الميكانيكي لمهارة ارتماء حارس المرمى:

تعتبر مهارة الارتماء من المهارات المهمة والصعبة التي يؤديها حارس المرمى، وخاصة عندما تكون الكرة مصوبة نحو الزاوية العليا البعيدة عنه، وحارس المرمى الذي يجيد هذه المهارة يتمتع برشاقة وسرعة رد فعل عالية والتوقيت الصحيح والمضبوط للحركات التي يقوم بها حارس المرمى أثناء عملية الوثب للجانب فضلاً عن امتلاكه للجرأة والشجاعة لتنفيذ هذه المهارة لأن إمكانية فشل تنفيذ هذه المهارة وتعرض حارس المرمى للإصابة وارد جداً، لذلك وجب التدريب على هذه المهارة في بادئ الأمر على أرض رملية وتوفير كل إجراءات السلامة بالتدريب.

تتصف مهارة ارتماء حارس المرمى بأنها ذات خصائص ميكانيكية حيوية كثيرة ومتنوعة لأن جسم الحارس يكون خاضع لقوانين المقذوفات بزاوية مع الخط الأفقي والذي يتأثر بعوامل ميكانيكية منها سرعة وزاوية طيران الجسم وارتفاع مركز ثقل الجسم لحظة الوثب فضلاً عن مقاومة الهواء، ورغم ان هناك الكثير من المهارات الأساسية بكرة القدم التي يكون فيها جسم اللاعب خاضعاً لقوانين المقذوفات أيضاً، إلّا ان أغلب تلك المهارات تؤدى حول المحور الأفقي العرضي كمحور أساسي كمهارة ضرب الكرة بالرأس من الوثب للأمام أو مهارة لكم الكرة باليد أو اليدين من قبل حارس المرمى، في حين يكون المحور الأساس لمهارة ارتماء حارس المرمى للجانب حول المحور الوهمي السهمي الذي يخترق الجسم من الأمام إلى الخلف، لذلك فإن طبيعة عمل مفاصل الجسم وحركة أجزائه وخاصة الجذع يختلف عما إذا كان الوثب للأمام.

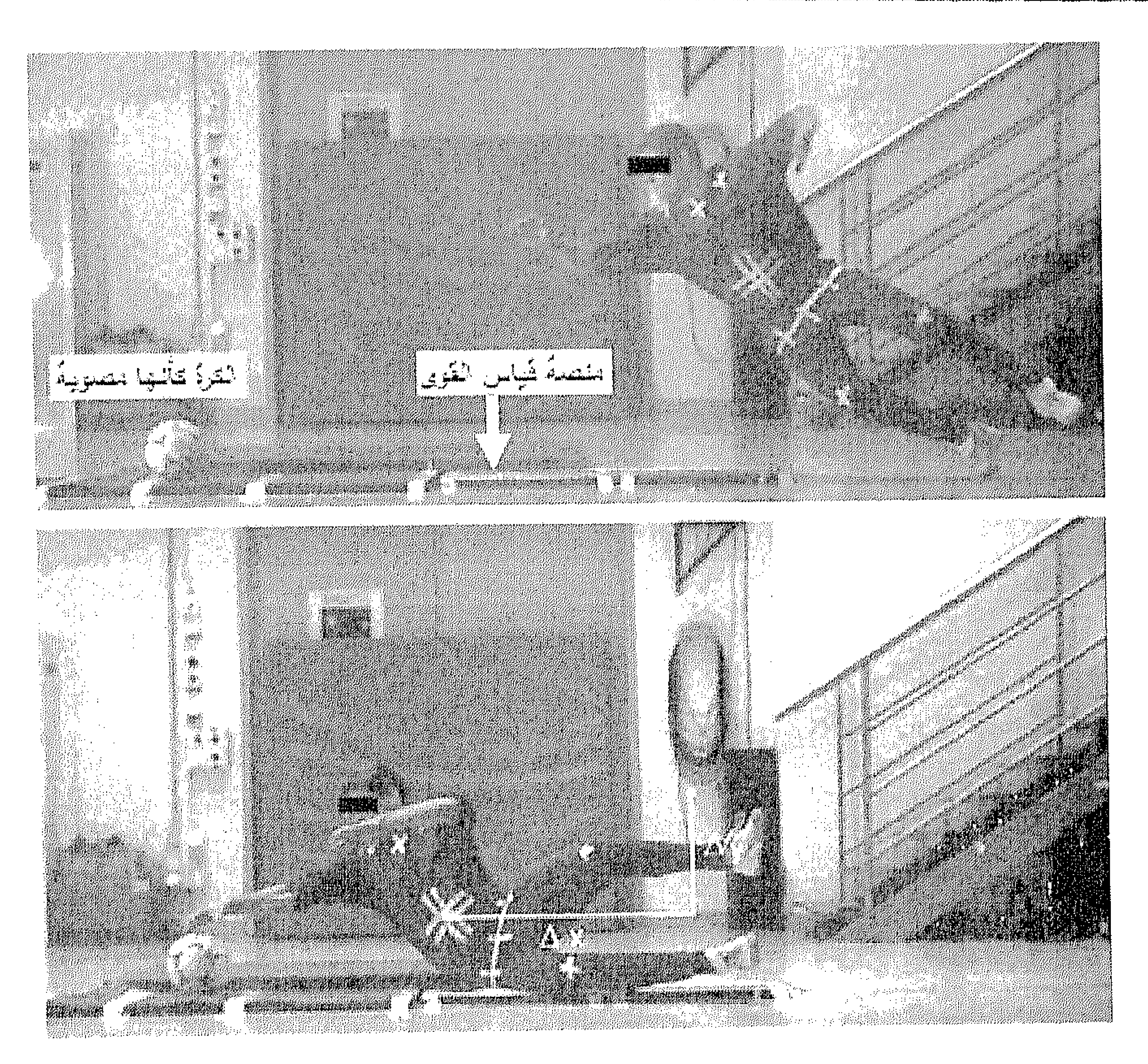
وتوجد أنواع خاصة لكيفية وضع الرجل في مختلف القفزات التي يؤديها حارس المرمى ففي بعض الأحيان يتم القفز بكلتا القدمين والبعض الآخر بقدم واحدة وهو الأكثر استخداماً وذلك لمواجهة سرعة الكرة العالية والتصدي لها في الوقت المناسب. وهذا ما يحتم ضرورة تدريب حارس المرمى على تنفيذ مهارة الارتماء لكلا الجانبين، أي يجب أن يكون حارس المرمى قادر على النهوض من أي قدم والوصول إلى الكرة بالوقت والمكان المناسبين.

إنّ مدى تأرجح الأذرع ومد الجذع وعمق الإنثناء في المفاصل العاملة وكذلك اتجاه القوى التي يصدرها حارس المرمى واتجاه وقوة رد الفعل وقرب وبعد خط عمل هذه القوة عن مركز ثقل الجسم إضافة إلى العوامل المؤثرة على الأجسام المقذوفة هي التي تحدد الارتفاع المتحقق في الارتماء.

وقد ركزت دراسة Spratford, et. al, 2007 على الجوانب الميكانيكية الحيوية لارتماء حراس المرمى لكرة القدم النخبة، إذ يتم الارتماء للجانبين وعلى ارتفاعات مختلفة بغية تحديد وقياس المعايير البيوميكانيكية لمهارة الارتماء لحارس المرمى، قام ستة من أعضاء المنتخب الاسترالي بأداء ست محاولات ارتماء نحو كرات معلقة على ارتفاعات مختلفة على كلا الجانبين، تم إجراء التحليل الثلاثي الأبعاد، تم الحصول على البيانات الكينماتيكية من خلال تحليل الحركة باستخدام نظام VICON، أما المتغيرات الكينتيكية فتم الحصول عليها عن طريق استخدام منصة قياس القوى نوع Kistler

وقد أشارت النتائج إلى تشابه المظهر العام للمهارة سواء كان الارتماء نحو جهة القدم المسيطرة أم الغير مسيطرة، إلّا انه تم ملاحظة ان هناك فروق ذات دلالة إحصائية ببعض المتغيرات الكينماتيكية منها ارتفاع مركز الكتلة وإنثناء الورك ومقدار استدارة الحوض ومقدار استدارة الصدر. بمعنى ان مهارة الارتماء لجانب القدم غير المسيطرة اظهر دوران أكثر بالحوض والصدر، لذا فإن أداء حارس المرمى اظهر عدم تناسق أدائه أثناء تنفيذ مهارة الارتماء لجانب القدم غير المسيطرة، وهذا ما أوضحته الفروق الحاصلة بالمتغيرات الكينماتيكية.

وفي دراسة أجراها Schmitt 2010 للتعرف على الأحمال التي تقع على الورك أثناء ارتماء حارس المرمى للجانب، تم إجراء تجربة على 8 حراس لأداء ارتماء جانبي لمحاولة إمساك الكرة وهؤلاء الحراس من ذوي الخبرة والمشاركين في البطولات الوطنية السويسرية لكرة القدم، تم إعطاء 10 محاولات لكل حارس مرمى بحيث يسقط الورك على منصة لقياس القوى كما في الشكل(47).



شكل47

يوضح طريقة إجراء الاختبار ومكان منصة قياس القوى.

فضلاً عن وضع مجسات على المدور الكبير لعظم الورك لقياس الضغط الحاصل على الورك كما في الشكل(48)، تم وضع علامات على بعض أجزاء الجسم لغرض استخراج بعض المتغيرات الكينماتيكية من خلال التصوير الفيديوي، معظم حراس المرمى اختاروا الارتماء نحو الجانب الأيمن.



شكل48

يوضح مكان وضع المجسات.

وقد افرز التحليل الفيديوي المتزامن مع منصة قياس القوة والمجسات المستخدمة من الحصول على قيم لبعض المتغيرات البيوميكانيكية كما في الجدول(4)، الذي يوضح قيم الأوساط الحسابية والانحرافات المعيارية للمتغيرات البيوميكانيكية للمحاولات العشر لكل حارس فضلاً عن الوسط الحسابي للعينة ككل.

جدول4

يبين قيم الأوساط الحسابية والانحرافات المعيارية للمتغيرات البيوميكانيكية لمهارة الارتماء لحراس المرمى.

اللاعبون	الوسائل الإحصائية	المتغيرات البيوميكانيكية							
		أقصى قوة (نيوتن)	مرة من وزن الجسم	مدة الارتماء (ثانية)	السرعة الأفقية للتصادم (م/ثا)	السرعة العمودية للتصادم (م/ثا)	أعلى موضع لعلامة الجذع (م)	المسافة الأفقية للارتماء (م)	المسافة العمودية للارتماء (م)
1	الوسط الحسابي	6619	8.6	0.241	-	-	0.64	0.92	0.41
	الانحراف المعياري	976	1.3	0.024			0.04	0.1	0.04
2	الوسط الحسابي	5917	8	0.333	2.69	3.25	0.82	0.91	0.58
	الانحراف المعياري	769	1	0.028	0.21	0.31	0.05	0.1	0.06
3	الوسط الحسابي	3900	4.9	0.175	3.29	2.42	0.53	0.64	0.27
	الانحراف المعياري	538	0.7	0.014	0.17	0.19	0.02	0.05	0.02
4	الوسط الحسابي	3787	4.9	0.155	3.36	1.96	0.52	0.57	0.25
	الانحراف المعياري	534	0.7	0.019	0.17	0.32	0.03	0.06	0.04
5	الوسط الحسابي	6961	9	0.23	3.87	3.09	0.68	0.99	0.44
	الانحراف المعياري	1029	1.3	0.021	0.23	0.22	0.03	0.09	0.04
6	الوسط الحسابي	5767	6.6	0.232	3.38	3.01	0.67	0.85	0.48
	الانحراف المعياري	1066	1.2	0.033	0.21	0.32	0.05	0.13	0.07
7	الوسط الحسابي	5301	7.3	0.242	3.92	2.88	0.69	0.95	0.45
	الانحراف المعياري	845	1.2	0.055	0.3	0.23	0.06	0.22	0.07
8	الوسط الحسابي	3113	4.2	0.173	3.16	2.39	0.51	0.61	0.29
	الانحراف المعياري	358	0.5	0.018	0.16	0.3	0.02	0.06	0.06
الوسط الحسابي للعينة		**5171**	**6.7**	**0.223**	**3.38**	**2.71**	**0.63**	**0.81**	**0.4**

نقلا عن Schmitt, et al. (2010)

من الجدول السابق يتبين ان قيم أقصى قوة تراوحت بين3113- 6961 نيوتن وهي تعادل 4.2- 9 مرة من وزن الجسم، وبلغ زمن الارتماء المحسوب من لحظة ترك الأرض وحتى العودة لها بين 0.155- 0.333 ثانية، بينما تراوحت قيم السرعة العمودية للتصادم بين 1.96- 3.25 م/ثا، في حين تم قياس الضغط الواقع على الورك من جراء التصادم بواسطة المجسات إذ بلغ الضغط بحدود 62- 183 نيوتن/سم^2.

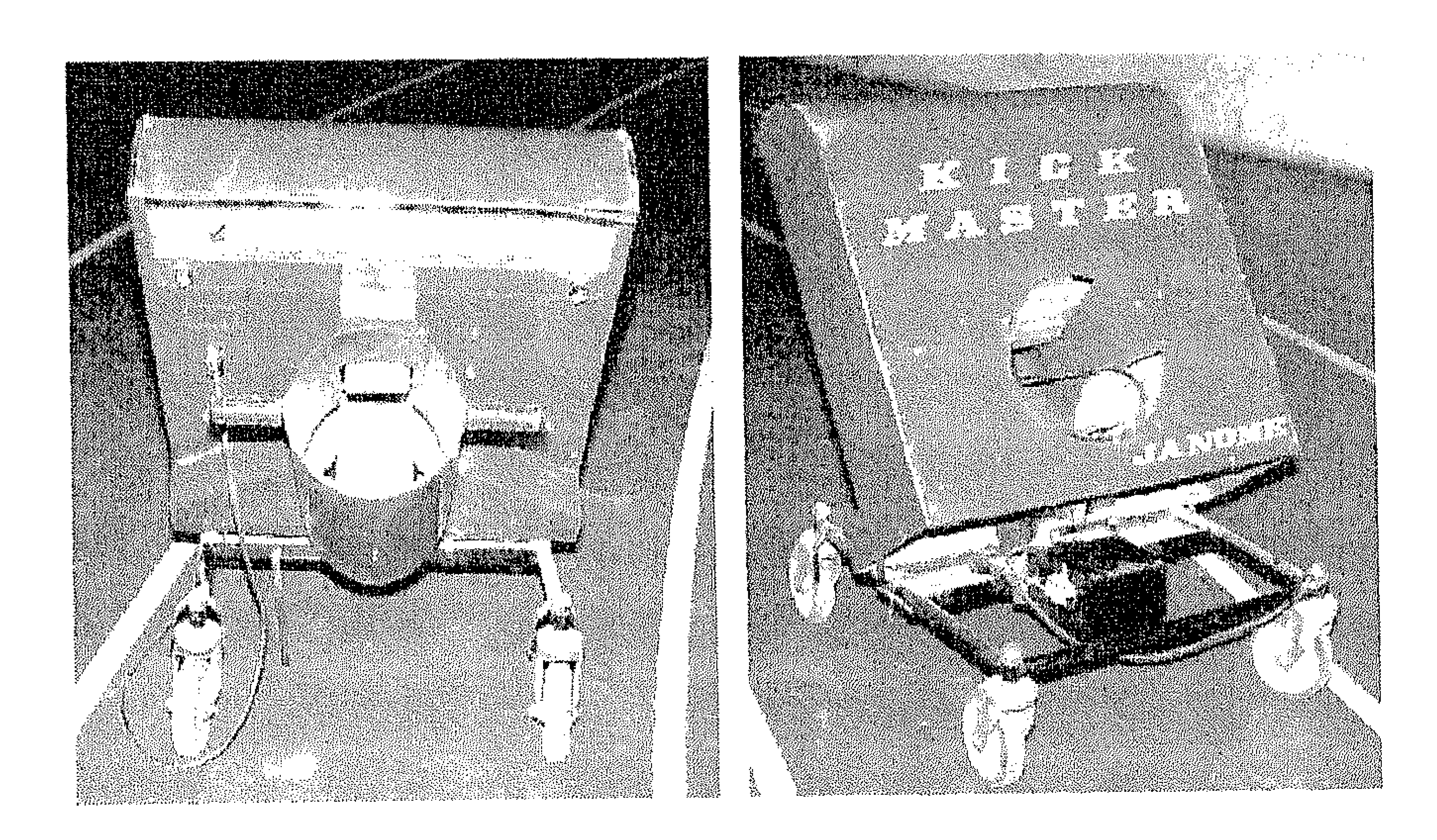
ومما لاشك فيه تعتبر البيانات المقدمة في هذه الدراسات بمثابة معايير لكل من الباحثين والمدربين وحراس المرمى لاستفادة منها في عملية التدريب أو انتقاء الموهوبين في حراسة المرمى إضافة إلى كونها معلومات ضرورية لوضع وتنفيذ إستراتيجية للمساعدة في منع حدوث إصابات رياضية قد يتعرض لها حارس المرمى أثناء ارتمائه نحو الكرة.

وهذا ما دعا المؤلف إلى التركيز على هذه المهارة التي تعتبر من المهارات المهمة لحارس المرمى وتأثيرها على سير المباراة ونتيجتها، ورغم هذا إلّا ان هناك قصوراً بالدراسة والتمحيص لهذه المهارة إذا لم يتم البحث فيها تحت ظروف مشابهة للمباراة ففي معظم الدراسات التي تطرقت لتحليل هذه المهارة كانت الكرة ثابتة أو معلقة في حين لو كانت الكرة متحركة وبسرعة شبيها لسرعة ركل الكرة لكان من المتوقع ان تكون النتائج مغايرة بعض الشيء.

وقد تكون حجة الباحثين بهذا الخصوص هو عدم إمكانية الحصول على ثبات بمستوى سرعة وزاوية طيران الكرة الموجهة نحو الهدف وهذا ما يؤثر على طبيعة الاختبار والنتائج المستخلصة منه، إلّا ان توافر الأجهزة والأدوات الحديثة التي يمكن الاستفادة منها خلال إجراء البحوث أو التدريب تعطي الصورة الحقيقية لمستوى الأداء المهاري للاعبين بصورة عامة وحراس المرمى بوجه الخصوص.

ومن هذه الأجهزة التي يمكن الاستفادة منها بمجال تدريب حارس المرمى أو إجراء الاختبارات لتقييم المتغيرات البيوميكانيكية مدفع قذف الكرات، فمن أهم مواصفات ومميزات هذا المدفع كما في شكل (49) هي القدرة على تغيير سرعة وزاوية طيران الكرة وفق السرعة والزاوية التي يريدها المستخدم من خلال التحكم بمفاتيح خاصة بذلك، وكذلك القدرة على دوران الكرة أثناء قذفها وذلك من خلال دورانها حول محاور الكرة كدورانها حول محورها العرضي للأمام أو الخلف أو دورانها حول محورها الطولي لليمين أو اليسار وبالتالي انحراف الكرة أثناء قذفها من الداخل إلى الخارج أو بالعكس، مع إمكانية هذا المدفع على خزن ست حالات قذف كل منها على حدة من خلال برمجته أولاً بحيث عند خزن الحالة الأولى مثلا (انحراف الكرة من الداخل إلى الخارج) والحالة الثانية بالعكس، فعند الضغط على الزر الأول سوف

تتحرف الكرة من الداخل إلى الخارج وعند الضغط على الزر الثاني سوف تتحرف الكرة بالاتجاه المعاكس وهكذا حسب برمجة المستخدم، لذا يمكن استثمار هذه الميزة عند تدريب حراس المرمى من خلال قذفه كرات عديدة واحدة بعد الأخرى وباتجاهات ووضعيات وسرع مختلفة لغرض أداء العديد من المهارات الخاصة بحارس المرمى.



شكل49

يوضح مدفع قذف الكرات

خصائص حارس المرمى على ضوء تعديلات القانون الدولي بكرة القدم:

يعتبر مركز حارس المرمى أهم مركز من مراكز اللعب المختلفة على أرض الملعب فهو يعتبر مركز متخصص للاعب ذي مواصفات ومميزات خاصة تميزه عن بقية اللاعبين، وبالتالي لا بد من زيادة العمل والاهتمام بالحالة التدريبية وخاصة بالجانب الفني الفردي للوصول إلى المثالية التخصصية.

العديد من الجماهير يعتقدون أن حارس المرمى هو صمام الأمان للفريق ويصنف حارس المرمى ضمن تصنيف خاص يختلف عن بقية اللاعبين الآخرين وهذا ما يحتم ان يكون تدريبه تدريباً خاصاً، بالنسبة للمجالات التي يتم يقوم حارس المرمى بتغطيتها متنوعة وعديدة ومنها:-

- **استخدام الأقدام:-** ينبغي لحارس المرمى أن يكون مساعداً لبقية اللاعبين للتعامل مع التمريرات الخلفية من قبل زملائه أو الهجمات المضادة من قبل الفريق المنافس.
- **توزيع المهارات:-** بالإضافة إلى مهاراته الدفاعية إلّا ان حارس المرمى ممكن أن يكون النقطة الأولى لبدء الهجوم وبالتالي يحتاج إلى معرفة جيدة جداً بعملية توزيع المهارات سواء ركل أو رمي الكرة.
- **معرفة الموقع المناسب:-** يتعين على حارس المرمى ان يتخذ الموقع والوضع المناسب تبعاً لمكان وبعد الكرة واتجاه الهجمة وسرعتها ووضع وعدد المدافعين، هذا فضلاً على ان موقع الحارس يؤثر على وضع زملائه المدافعين.
- **الاتصال:-** تعتبر من المهارات الحيوية ليس فقط كون حارس المرمى هو اللاعب الأخير للفريق، بل انه يمثل عين الفريق التي ترى وضعية زملائه من داخل الملعب والتي تضفي عليه واجبات أخرى من خلال تزويد زملائه بالتغذية الراجعة الفورية، ولتحقيق الاتصال والتواصل مع زملائه لابد ان يكون هذا التواصل والاتصال بشكل متناسق وغير عشوائي وإذا ما كانت الحالة تستجوب أم لا تستجوب فضلاً على ان يكون صوته واضح وبلغة سهلة وسلسة وموجزة.

- **حركة القدمين الفاعلة**:- حيثما تذهب القدمين تتابعها الأيدي لمسك الكرة أو التصدي لها مع ضرورة ان تكون حركة القدمين بشكل سريع تتناسب مع سرعة الكرة وقربها عن المرمى.
- **أيدي أمينة**:- يجب ان يتمتع حارس المرمى بأيدي آمنة لإنقاذ مرماه من تهديفات الخصم بحيث يجب ان يتخذ قراره المناسب بأقل من ثانية سواء لمسك الكرة أو صدها نحو المنطقة الأقل خطورة على المرمى.
- **شخصية هادئة**:- ليس من المناسب وجود حارس مرمى ذو شخصية سريعة الانفعال لأن هذا يؤثر سلباً على زملائه وبالتالي على الأداء المهاري وتطبيق الجمل الخططية للفريق ككل، بعكس ما إذا كان حارس المرمى يتمتع بشخصية هادئ فإنه سوف يلقي بالنتائج الإيجابية على بقية أعضاء الفريق مما يخلق فريق أكثر تماسك وتناسق.
- **القدرة التنظيمية**:- حارس المرمى يجب ان يتمتع بقدرته على تنظيم صفوف فريقه وخاصة بالصفوف الدفاعية وتنظيم زملائه لتشكيل حائط الصد إثناء الكرات الثابتة.
- **القدرة الفنية**:- على حارس المرمى ان يتمتع أيضاً بقدرة الأداء الفني للمهارات الأساسية الخاصة بحارس المرمى ووصوله إلى الإلية بالأداء والثبات لهذه المهارات والتي منها التصدي للكرات الواطئة والعالية والمتوسطة وكذلك مهارة مسك الكرة ومهارة لكم الكرة وإبعادها إلى مناطق اقل خطورة على المرمى.
- **الشجاعة**:- على حارس المرمى أن يكون مستعداً على ألّا يتجاوز جسمه وخاصة يديه وهي ماسكة للكرة خط المرمى، فضلاً ان تكون لديه الشجاعة للارتماء على إحدى القدمين للجانبين أو للأمام وسط وجود عدد من اللاعبين.
- **اللياقة البدنية**:- يتطلب لحارس المرمى توافر قدرات بدنية خاصة تميزه عن بقية اللاعبين ومن هذه القدرات البدينة القوة والسرعة والقدرة والمرونة والقدرة على سرعة استعادة الشفاء.
- **قوة الشخصية والتركيز**:- هي مهمة ووظيفة لابد ان يتمتع بها لاعبي كرة القدم وخاصة حارس المرمى.

المتطلبات الفنية اللازم توافرها لتطوير حارس المرمى:

لتطوير مهارات حارس المرمى بشكل علمي سليم وبعيداً عن العشوائية بالتدريب، ولكون هذا المركز يتميز عن بقية مراكز اللعب بالكثير من الخصائص والميزات فقد انفرد حارس المرمى بوجود مدرب خاص له، لذا وجب على المدرب ان يتمتع ببعض المعلومات والفهم عن طبيعة مهارات حارس المرمى وكيفية أدائها خلال التدريب في ظل أجواء مشابهة للمباراة، ومن أهم المتطلبات الفنية الواجب التركيز لتطوير حارس المرمى هي:-

- **تطوير المهارات الفنية الخاصة:** ومنها مسك الكرة والارتماء وتقاطع القدمين.
- **تكرار تمارين المهارات الفنية:** يعتبر التكرار مهم في تطوير أنماط الذاكرة الحركية والذي يمكن الحارس من أداء المهارة بأسلوب تلقائياً من دون تفكير أي انه يتحول إلى سلوك تلقائي. فمثلاً محترفي التنس الأرضي لديهم مجموعة من الأنماط المتكررة يستخدمونها حتى يتمكنوا من ضرب الكرة بشكل صحيح في كل مرة، ذات الحال ينطبق على حراس المرمى في كرة القدم، التسديدات الواطئة ينبغي التعامل معها وفق الأساليب الصحيحة نفسها في كل مرة.
- **تفادي الممارسات الخاطئة والبطيئة إثناء قيام حارس المرمى بإنقاذ مرماه:** التكرار يمكن ان يشكل اعباءاً كبيرة فيما إذا كان تدريب المهارة يؤدي بطريقة غير صحيحة. يجب على كل اللاعبين والمدربين من التركيز على أداء المهارات الأساسية ضمن شروطها الميكانيكية الصحيحة ليتم الأداء بشكل دقيق وثابت. لذا يجب على المدرب التأكد من أن يتم الكشف المبكر على الأخطاء والضعف الذي يعترض الأداء المهاري الصحيح بغية إعطاء المعلومات الصحيحة لحارس المرمى واختيار التمارين اللازمة للحد من هذا الضعف الحاصل بالأداء المهاري. وهذا لا يتم إلّا من خلال معرفة المدرب للأسس والشروط الميكانيكية لأداء المهارات الأساسية لحارس المرمى تحت شروط بيولوجية معينة ليكون قادر للوصول بالحارس إلى الأداء المهاري المميز.

- **إجراء وحدات تدريبية للمهارات الأساسية تمتاز بالحركات الانفجارية:** من المهم ان يتم تنفيذ المهارات بمستوى عال من الدقة والسرعة وبما يحاكي مجريات المباراة، لأن الأداء البطيء يعمل على ترسيخ البطء بحركات حارس المرمى حتى إثناء المباراة، وعلى الرغم من ذلك لابد من البدء عند تعليم المهارات الأساسية ان يكون التركيز على دقة الأداء ومن ثم التركيز على سرعة الأداء، وهناك بعض الآراء بهذا الخصوص ان يكون هناك تزامن ما بين دقة وسرعة الأداء إثناء التعليم.

المراجع

أولاً:- المراجع العربية

- الاتحاد الدولي لكرة القدم FIFA .التقرير الفني والإحصائي لبطولة القارات 2009.
- الاتحاد الدولي لكرة القدم FIFA .التقرير الفني والإحصائي لبطولة كأس العالم 2010.
- ثامر محسن وموفق مجيد. التمارين التطويرية بكرة القدم. الأردن: دار الفكر للطباعة والنشر والتوزيع ، ط1، 1999.
- حسين مردان عمر واحمد توفيق الجنابي. تعيير منصات القوة باستخدام الانحدار الخطي كمعامل تصحيح. مجلة العلوم الرياضية، جامعة بابل. مج2، ع2، 2003.
- جيرد هوخموث. الميكانيكا الحيوية وطرق البحث العلمي لحركات الرياضية. ترجمة كمال عبد الحميد وسليمان علي حسن. مصر: دار المعارف، ط2، 1999.
- ريسان خريبط ونجاح مهدي. التحليل الحركي. البصرة: دار الحكمة، 1992.
- زهير الخشاب (وآخرون). كرة القدم. الموصل: دار الكتب للطباعة والنشر، ط2، 1999.
- سمير مسلط الهاشمي. البايوميكانيك الرياضي. جامعة الموصل: دار الكتب للطباعة والنشر، ط2، 1999.
- صريح عبد الكريم الفضلي. استخدام المؤشرات البيوميكانيكية لقياس بعض مظاهر الحركة والأداء الحركي. مجلة القادسية لعلوم التربية الرياضية، جامعة القادسية، مج9، ع3، 2009.
- طلحة حسين حسام الدين. الميكانيكا الحيوية الأسس النظرية والتطبيقية. القاهرة: دار الفكر العربي، ط1، 1993.
- طلحة حسين حسام الدين. الأسس الحركية والوظيفية للتدريب الرياضي. القاهرة: دار الفكر العربي، 1994.
- طلحة حسام الدين (وآخرون). الموسوعة العلمية في التدريب الرياضي. القاهرة: مركز الكتاب للنشر، ط1، 1997.

المراجع

- عدي جاسب حسن. اثر الجهد البدني على بعض المتغيرات الكينماتيكية لمهارة التهديف بكرة القدم. رسالة ماجستير، كلية التربية الرياضية، جامعة البصرة، 2001.

- عدي جاسب حسن. دراسة خصائص منحنى القوة- الزمن وبعض المتغيرات البيوميكانيكية لمهارة التهديف بالرأس من القفز. أطروحة دكتوراه، كلية التربية الرياضية، جامعة البصرة، 2006.

- عدي جاسب حسن وعصام الدين شعبان علي. دراسة عاملية للمتغيرات الكينماتيكية للارتكاز الفردي والمزدوج في رمي الرمح. مجلة القادسية لعلوم التربية الرياضية، جامعة القادسية، مج9، ع3، 2009.

- عدي جاسب حسن. دراسة مقارنة لبعض المتغيرات الكينماتيكية لمهارة الرمية الجانبية بكرة القدم. مجلة القادسية لعلوم التربية الرياضية، مج11، ع3، 2010.

- عدي جاسب حسن. التقييم الميكانيكي في مدرسة كرة القدم. مصر: مؤسسة صوت القلم العربي، 2010.

- عدي جاسب حسن. نسبة مساهمة بعض المتغيرات الكينماتيكية بفاعلية التهديف بكرة القدم. مقبول للنشر بمجلة جامعة حضرموت للدراسات الإنسانية.

- فالح جعاز شلش وعدي جاسب حسن. استخدام التحليل العنقودي في تقويم المتغيرات الكينماتيكية لمهارة التهديف بكرة القدم. المؤتمر الدوري الثامن عشر لكليات وأقسام التربية الرياضية في العراق المقام بكلية التربية الرياضية/جامعة الموصل، 6- 2012/5/8م.

- فراس عبد الزهرة. دراسة مقارنة لبعض المتغيرات الكينماتيكية لمهارة التهديف بكرة القدم في ظروف الدقة والسرعة. مجلة الرياضة المعاصرة، كلية التربية الرياضية للبنات_جامعة بغداد، 2005 .

- قيس إبراهيم الدوري. علم التشريح. جامعة الموصل: مديرية الكتب للطباعة والنشر، ط2، 1985.

- لؤي غانم الصميدعي. الميكانيكا والرياضة. جامعة الموصل: دار الكتب للطباعة والنشر، 1987.

- محمد يوسف الشيخ. الميكانيكا الحيوية وعلم الحركة للتمارين الرياضية، مصر: دار المعارف، 1975.

- مركز معلومات ارجونومية التصميم. العضلات. شبكة المعلومات العالمية على الامتداد http://www.ergo-eg.com/muscle.php

- نجاح مهدي شلش. مبادئ الميكانيكا الحيوية في تحليل الحركات الرياضية. جامعة الموصل: دار الكتب للطباعة والنشر، 1988.

ثانياً:- المراجع الأجنبية

- Anderson, D.I and Sidaway, B. (1994). Coordination changes associated with practice of soccer kick. Research Quarterly For Exercise and Sport, 65(2), 93-99.
- Asai, T., et al. (1995). Impact process of kicking in football. In Proceedings of the XVth Congress of the International Society of Biomechanics, Jyväskylä, Finland, July, 74-75.
- Bairfield, W.R. (1995). Effects of selected kinematic and kinetic Variables on instep kicking with dominant and non-dominant limbs. Journal of Human Movement Studies, 29,251-272.
- Bernstein, N.A. (1967). The Control and Regulation of Movements. London: Pergamon Press.
- Bloomfield, J. et al. (1979). Development of the soccer kick: A cinema to graphical analysis. Journal of Human Movement Studies, 5,152-159.
- Cabri, J. et al. (1988). The relation between muscular strength and kick performance, in Science and Football (edited by T. Reilly, A. Lees, K. Davids and W.J. Murphy), London: E. & F. N. Spon, 186-193.
- Davids, K. et al. (2000).Understanding and Measuring Coordination and Control in Kicking Skills in Soccer; Implications for Talent Identification and Skill in Acquisition. In Journal of Sports Sciences.18, 703-714.
- De Proft, E., et al. (1988). Strength training and kick performance in soccer. In Science and Football (edited by T. Reilly, A. Lees, K. Davids and W.J. Murphy) London: E. & F. N. Spon, 108-113.
- Donald, T. K. (2011). Soccer Anatomy. Human Kinetics.
- FIFA (2006). Results. 2006 FIFA World Cup Germany. Form Internet of the Web Sit: http://www.fifa.com/worldcup/archive/germany2006/results/index.html.
- Franks, I. M., et al.(1999). From notation to training: analysis of the penalty kick. Insight, 2(3), 24-26.
- Graham-Smith, P., et al. (1999). Analysis of technique of goalkeepers during the penalty kick. Journal of Sports Sciences, 17, 916.

- Grass Roots Coaching: Goalkeeping Homepage. Form Internet of the Web Sit: http://www.grassrootscoaching.com/members/page.phtml?id=175&mid=178&lng=EN
- Handford, C. (1997).Skill acquisition in sport: Some applications of an evolving practice ecology .Journal of Sports Sciences, 15,621-640.
- Hay, JG. et al. (1986).The techniques of elite male Long Jumpers. J Biomech, 19,855-66.
- Hay, JG and Koh, TJ. (1988). Evaluating the approach in the horizontal jumps. Int J Sport Biomech, 4,372-92.
- Henrik, S. et al. (2008). Biomechanical Profile of Danish Elite and Sub-elite Soccer Goalkeepers. Journal Football Science,5, 37-44.
- Kuhn, W., (1988). Penalty-kick strategies for shooters and goalkeepers. In Science and Football, (edited by T. Reilly, A. Lees, K. Davids and W. J. Murphy), London: E & FN Spon, 489-492.
- Lees, A. (1996). Biomechanics applied to football skills. Science and Soccer. (Edited by Thomas Reilly). London: E & FN Spon.
- Lees, A. and Davids, T (1988) .The effects of Fatigue on Soccer Kick Kinematics. Journal of Sports Sciences, 6,156-157.
- Lees, A. (1999).A biomechanical Assessment of Individual Sport for Improved Performance. In Sports Medicine. Nov, 28(5),299-305.
- Lees, A. and Nolan, L. (1998).The biomechanics of soccer: A review. Journal of Sports Sciences, 16, 211- 234.
- Lees, A. et al. (2010).The biomechanics of kicking in soccer: A review. Journal of Sports Sciences, June 2010; 28(8): 805–817.
- Luhtanen, P. (1988). Kinematics and kinetics of maximal instep kicking in junior soccer players. In Science and Football (edited by T. Reilly, A. Lees, K. Davids and W.J. Murphy), London: E & FN Spon, 441-448.
- Luhtanen, P. (2008). Soccer-general articles. information and education for coaches.
- Mat, H.(2011). My Analysis of Ronaldo Tested To The Limit. Empowered Athletes: Form Internet of the Web Sit: http://www.empoweredathletes.com/ronaldo-tested/
- Moore, P.M. et al. (1998). The Development of Sporting Talent. London: English Sports Council.

- Morya, E., et al. (2005). Evolving Penalty Kick Strategies: World Cup and Club Matches 2000-2002, (edited by Reilly, T., Cabri, J. and Araújo, D.), Science and Football V, London: Taylor & Francis, 237-242.

- Narici, M. V. et al. (1988). Maximum ball velocity and peak torques of hip flexor and knee extensor muscles, in Science and Football (edited by T. Reilly, A. Lees, K. Davids and W.J. Murphy), London: E. & F. N. Spon, 429-433.

- Paul R McCrory. (2003). Brain injury and heading in soccer. BMJ, 327(7411), 351.

- Phlillips, S.J. (1985) Invariance of elite kicking performance. In Biomechanics IX-B, Champaign, IL: Human Kinetics, 539-542.

- Poulmedis, P. (1985). Isokinetic Maximal Torque Power of Greek Elite Soccer Players. Journal of Orthopaedic and Sports Physical Therapy, 6, 293-296.

- Rodano, R. and Tavana, R. (1993). Three dimensional analysis of the instep kick in professional soccer players. In Science and Football II (edited by T. Reilly, J. Clarys and A. Stibbe), London: E & FN Spon, 357-361.

- Rodano, R. et al. (1988). Design of a football boot: A theoretical and experimental approach. In Science and Football. London: E&FNSPON, 416-425.

- Schmitt KU, et al. (2010). Biomechanical loading of the hip during side jumps by soccer goalkeepers, Journal of Sports Sciences, 28(1), 53-59.

- Sparrow, W.A. (1992). Measuring changes in coordination and control. In Approaches to the Study of Motor Control and Learning, Amsterdam: North- Holland, 147-162.

- Spratford, W., et al. (2007). Biomechanical symmetry differences in the goalkeeping diving save. Journal of Sports Science and Medicine, 6(10), 175-180.

- Spriging, E. et al. (1994). A three dimensional kinematic method for determining the effectiveness of arm segment rotations in producing racket-head speed. Journal Biomech, 27,245-254.

- Suzuki, S., et al. (1988). Analysis of the goalkeeper's diving motion. In Science and Football (edited by T. Reilly, A. Lees, K. Davids and W.J. Murphy), London: E & FN Spon, 468-475.

- Takei Y. (1991). Comparison of blocking and post-flight techniques of male gymnasts performing the 1988 Olympic compulsory vault. Intj sport Biomech, 7,371-391.
- Tant, C. L. et al. (1991). A three dimensional kinematic comparison of kicking techniques between male and female soccer players, in Biomechanics in Sport IX (edited by C. L. Tant, P. E. Patterson and S. L. York), Ames, IA: ISU press, 101-105.
- TeachPE: Form Internet of the Web Sit: http://www.teachpe.com/anatomy/joints.php
- Thomas. R. (2003). Science and Soccer. Taylor & Francis e-Library; 2nd edition.
- Tyldesley, C and Whiting, H.T.A. (1975). Operational timing. Journal of Human Movement Studies, 1,172-177.
- Van Hofsten, C. (1983). Catching Skills in Infancy. J Exp Psychol Hum Percept Perform, 9(1), 75-85.
- Van Soest, A.J. and Beek, p. J. (1996). Perceptual-motor coupling in the execution of fast interceptive actions. Corpus, Psyche ET Societas, 3, 92-101.
- Wickstrom, R.L. (1975). Developmental Kinesiology : maturation of basic motor patterns. Exercise and Sports Science Reviews, 3, 163- 192.
- Williams, A.M. et al. (2002). Effects of practice and Knowledge of performance on the Kinematics of ball Kick. In Science and Football IV (edited by T.Reilly, W.Spinks and A.Murphy) London: E&FN Spon.

الملاحق

ملحق (1) يبين بعض المسائل وحلولها

مثال1: ركض لاعب مهاجم باتجاه الشمال قاطعاً مسافة مقدارها 19م ثم استمر بالركض بنفس الاتجاه قاطعاً مسافة مقدارها 5م، اوجد المسافة الكلية والإزاحة للاعب.

المسافة الكلية = المسافة الأولى + المسافة الثانية

= 19 + 5

= 24 م

الإزاحة في هذا المثال تساوي حاصل جمع المسافتين واتجاهها نفس الاتجاه لأنهما على خط عمل واحد وباتجاهين متشابهين.

الإزاحة = 19 + 5

= 24 م شمالاً.

مثال2: إذا اعتبرنا في المثال السابق أن اللاعب غير اتجاهه نحو الجنوب فقطع مسافة **30**م، احسب المسافة الكلية والإزاحة للاعب المهاجم.

المسافة الكلية = المسافة الأولى + المسافة الثانية

= 19 + 30

= 49 م

الإزاحة في هذا المثال تساوي حاصل طرح المسافتين لأنهما باتجاهين متعاكسين وعلى خط عمل واحد واتجاهها يكون باتجاه المسافة الأكبر.

الإزاحة = 30 − 19

= 11م جنوباً.

مثال3: لاعب A يبعد عن المرمى 15م ويبعد اللاعب B 10م، سدد اللاعب A الكرة باتجاه الهدف بسرعة 25م/ثا وسدد اللاعب B الكرة بسرعة 20م/ثا، أي الكرتين ستصل الهدف أولاً؟

السرعة العددية = المسافة/الزمن

إذن الزمن = السرعة/المسافة

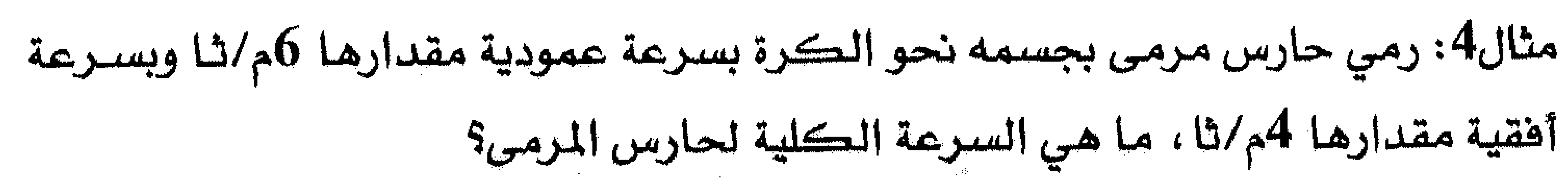
زمن الكرة الأولى = $\frac{15}{25}$

= 0.6 ثانية

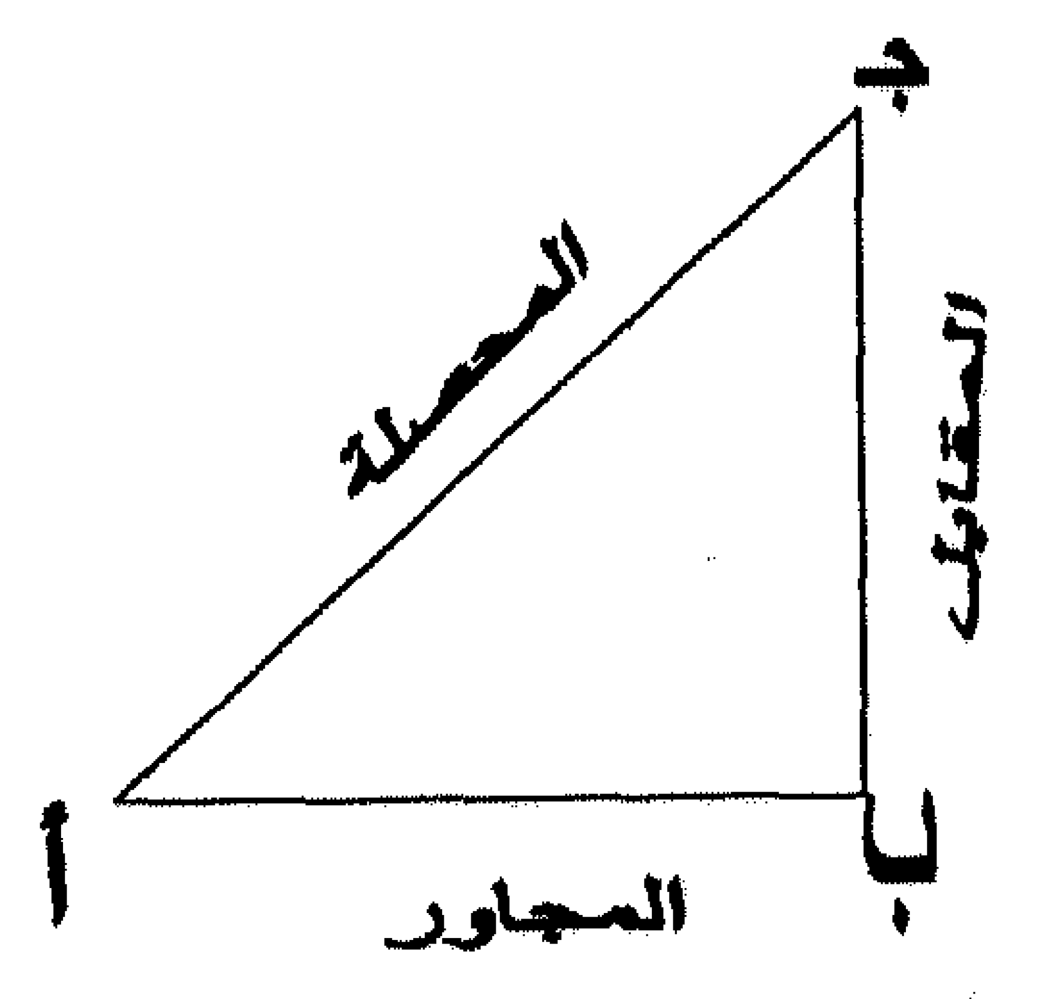
زمن الكرة الثانية = $\frac{10}{20}$

= 0.5 ثانية

إذن الكرة الثانية ستصل أولاً الهدف.



مثال4: رمي حارس مرمى بجسمه نحو الكرة بسرعة عمودية مقدارها 6م/ثا وبسرعة أفقية مقدارها 4م/ثا، ما هي السرعة الكلية لحارس المرمى؟



في مثل هذه الحالة نطبق نظرية فيثاغورس لأن المركبتين العمودية والأفقية متعامدتين.

$$(\text{المحصلة})^2 = (\text{المجاور})^2 + (\text{المقابل})^2$$

$$= 4^2 + 6^2$$

$$= 16 + 36$$

$$= 52$$

المحصلة = $\sqrt{52}$

= 7.2 م/ثا

مثال5: ترك مهاجم الأرض للوثب لضرب الكرة بالرأس بسرعة محصلة **3.6**م/ثا وبزاوية طيران **34**درجة، ما هي السرعة الأفقية والسرعة العمودية لذلك المهاجم؟

المقابل(المركبة العمودية) = جيب الزاوية X الوتر(المحصلة)

= جا34×3.6

$= 3.6\times0.559$

= 2.012 م/ثا

المجاور(المركبة الأفقية) = جيب تمام الزاوية X الوتر(المحصلة)

= جتا34×3.6

$= 3.6\times0.829$

= 2.984 م/ثا

مثال6: احسب مقدار سرعة لاعب بلغت سرعته العمودية **4**م/ثا والسرعة الأفقية**2**م/ثا وكانت الزاوية بين هاتين السرعتين **30** درجة.

(المحصلة)^2=(المركبة العمودية)^2+(المركبة الأفقية)^{2}X(ضعف المركبة العمودية X المركبة الأفقية X جيب تمام الزاوية)

= $(4)^2+(2)^2+$ (2 X 4 X 2 X جتا30)

$= 16+4+(16\times0.866)$

$= 20+13.856$

$= 33.856$

المحصلة $= \sqrt{33.856}$

= 5.82 م/ثا

مثال7: لاعب كرة قدم أثناء ضربه للكرة كانت السرعة الزاوية للفخذ **210** درجة/ثانية، احسب مقدار السرعة المحيطية لمفصل الركبة إذا علمت أن البعد بين محور الدوران (مفصل الورك) ومفصل الركبة **0.5**م؟

السرعة المحيطية = (السرعة الزاوية/القطاع) X نصف قطر

$$0.50 \times \frac{210}{57.3} =$$

السرعة المحيطية = 1.83م/ثا

مثال8: لاعب قفز إلى الأعلى بسرعة ابتدائية مقدارها **3**م/ثا، ما هو الارتفاع العمودي الذي وصل إليه والزمن المستغرق لذلك؟

الارتفاع العمودي = (السرعة العمودية)^2/ضعف تعجيل الجاذبية

$$\frac{3^2}{9.81 \times 2} =$$

= 0.46 متر

زمن الوصول لأعلى ارتفاع = سرعة النهوض/تعجيل الجاذبية

$$\frac{3}{9.81} =$$

= 0.3 ثانية

مثال9: احسب مقدار القوة التي يبذلها لاعب كرة القدم كتلته 70كغم لقطع مسافة 15م بزمن قدره 3.5 ثانية ، وما هو مقدار القوة عندما تكون كتلته 85كغم؟

السرعة = المسافة/الزمن

$$= \frac{15}{3.5}$$

= 4.28 م/ثا

القوة التي يبذلها لاعب كرة القدم ذو الكتلة 70كغم

القوة = الكتلة X تعجيل الجسم

$$= \frac{4.28}{3.5} \times 70$$

= 85.6 نيوتن

القوة في حال ان كتلة اللاعب 85كغم

$$= \frac{4.28}{3.5} \times 85$$

= 103.9 نيوتن

مثال10 : حارس مرمى وزنه 700 نيوتن وثب إلى الأعلى حيث بلغ تعجيل مركز ثقل جسمه 5م/ثا^2 احسب القوة التي يدفع بها الأرض للوصول إلى الكرة؟

بما أن الجسم متجه إلى الأعلى فإن التعجيل يكون موجباً وان قوة رد فعل الأرض تكون أكبر من وزن الجسم، وانطلاقاً من قانون نيوتن الثاني:-

القوة = الكتلة X تعجيل الجسم
إذن قوة رد فعل الأرض= الوزن+(الكتلة X تعجيل الجسم)

$$\left(5\times\frac{700}{9.81}\right)+700=$$

$$(5\times71.35)+700=$$

$$356.75+700=$$

$$1056.75=$$ نيوتن

مثال11: قام احد لاعبي كرة القدم بتأثير قوة مقدارها 120 نيوتن على كرة أدت إلى أزاحتها بمقدار 35م عن موضعها الأصلي، ما مقدار الشغل المنجز؟ وما مقدار الشغل المنجز إذا أزيحت الكرة بمقدار 25م؟

الشغل = القوة X الإزاحة

$$35\times120=$$

$$4200=$$ جول

أما مقدار الشغل في الحالة الثانية:

$$25\times120=$$

$$3000=$$ جول

إذن الشغل المنجز في الحالة الأولى أكبر من الحالة الثانية لأن مقدار إزاحة الكرة في الحالة الأولى كان أكبر.

مثال**12**: لاعب كرة قدم كتلته **75**كغم يركض بسرعة مقدارها **6**م/ثا، احسب طاقته الحركية؟

الطاقة الحركية = 0.5 X الكتلة X مربع السرعة

$$= 0.5 \times 75 \times 6^2$$

= 1350 جول

مثال**13**: استخدم حارس مرمى قوة مقدارها **200** نيوتن لرمي كرة لمسافة **20**م، واستخدم حارس مرمى الفريق المنافس نفس القوة لرمي الكرة وبنفس المسافة أيضاً، إذا افترضنا أن فترة أداء الحركة للحارس الأول كانت ثانيتين وللحارس الثاني ثانية واحدة، أي الحارسين يتمتع بقدرة أفضل؟

القدرة = الشغل/الزمن
= (القوةX الإزاحة)/ الزمن

القدرة للحارس الأول $= \frac{20 \times 200}{2}$

= 2000 واط

مقدار قدرة الحارس الثاني:

$$= \frac{20 \times 200}{1}$$

= 4000 واط

إذن قدرة حارس مرمى الفريق المنافس هي أفضل.

مثال14: قام لاعب بكرة القدم بتسليط قوة مقدارها 700 نيوتن على ساق لاعب منافس بمساحة تقدر 5سم^3 ، ما مقدار الضغط المسلط على عظم الساق؟ وكم يبلغ الضغط في حالة ارتداء اللاعب المنافس واقيات الساق إذا افترضنا أن مساحة واقيات الساق 30سم^3؟

الضغط = القوة/المساحة

$$\frac{700}{5} =$$

= 140نيوتن/سم^3

الضغط في حال ارتداء واقيات الساق

$$\frac{700}{30} =$$

= 23.33نيوتن/سم^3

لذا ألزم الاتحاد الدولي بكرة القدم الفيفا لبس واقيات الساق لتوزيع القوة على مساحة كبيرة من الساق وبالتالي التخفيف من حدة الضربة والإصابة.

مثال15: لاعب كتلته 70كغم يركض بسرعة 5م/ثا وهي سرعة اقترابه لحظة مس الأرض للارتقاء لأداء مهارة ضرب الكرة بالرأس، في حين بلغت سرعته لحظة النهوض 3.5م/ثا عند الدفع، ما مقدار تغيير زخم الجسم؟ وكم يبلغ تغيير الزخم بحال ان سرعته لحظة النهوض 2.5م/ثا؟

التغيير في الزخم = الكتلة × (السرعة النهائية ـ السرعة الابتدائية)

$$(5-3.5)\times 70 =$$

= -105 كغم.م/ثا

التغيير في الزخم بحال انخفاض سرعة النهوض

$$(5-2.5)\times 70 =$$

= -175 كغم.م/ثا

وهذا يدل انه في الحالة الأولى كان هناك فقدان قليل بالزخم وفقاً لمتطلبات الوثب لمهارة ضرب الكرة بالرأس بالمقارنة مع الحالة الثانية ، وهذا يدل على ان دفع القوة بالحالة الأولى أفضل من الحالة الثانية لأن دفع القوة = التغيير في الزخم.

مثال**16**: إذا كان مجموع الطاقة الكلية الابتدائية (لحظة الاستناد) للاعب يؤدي مهارة التهديف بالرأس من القفز هي **18.75** جول/كغم ، ومجموع الطاقة النهائية (لحظة الدفع) تساوي **14.13** جول/كغم، وبلغت زاوية الانطلاق لهذا اللاعب **78** درجة، ما هو مؤشر النقل الحركي لهذا اللاعب؟

مؤشر النقل الحركي = زاوية الانطلاق/تناقص الطاقة الكلية

$$= \frac{78}{14.13-18.75}$$

= 16.88 درجة/ جول/كغم

وكلما كان تناقص الطاقة أكبر لكل (1جول /كغم)، مع بقاء زاوية الانطلاق بقيمتها أو بقيمة اقل، قل مؤشر النقل الحركي تبعاً لذلك بمقدار من (1- 2.5 درجة/جول/ كغم) وحسب زاوية الانطلاق المناسبة لذلك، وهذا يعني ان هناك ضعف في تكامل النقل الحركي لحظة النهوض وبما يتناسب والحصول على أفضل مسار حركي لمركز ثقل الجسم المقذوف والذي يعبر عن عدم تحقيق الأداء المثالي الذي يتمكن من خلاله اللاعب تحقيق أفضل مستوى للوصول للكرة بالوقت المناسب والارتفاع المناسب للكرة، أي أن مفاصل الجسم العاملة لم تعطي المديات المناسبة للعمل العضلي ولنقل القوة من جزء إلى آخر وفقاً لمبدأ نقل الزخم والذي يسبب في عدم الحصول على زاوية انطلاق جيدة. لذلك ما يهمنا هنا ان تكون قيمة مؤشر النقل كبيرة لأن ذلك يدل على ان تناقص الطاقة بأقل ما يمكن.

ملحق (2) معجم لمصطلحات الميكانيكا الحيوية المستخدمة في الكتاب

A

Abdominal muscles	عضلات البطن
Abduct	تبعيد
Abductor digiti minimi muscle	العضلة المبعدة للإصبع الصغير
Abductor hallucis muscle	العضلة المبعدة لإبهام القدم
Accelerate the angular	التعجيل الزاوي
Acceleration	التعجيل
Acceleration Gravity	تعجيل الجاذبية الأرضية
Accuracy	الدقة
Action	فعل
Action-reaction law	قانون الفعل ورد الفعل
Adduction	التقريب
Adductors	العضلات المقربة
Aerodynamics	الديناميكا الهوائية
Analysis	تحليل
Anatomic Analysis	التحليل التشريحي
Anatomy	التشريح
Angle of Projection	زاوية الانطلاق
Angular Kinematics	كينماتيكا الحركة الدائرية
Angular Kinetics	كيناتيكا الحركة الدائرية
Angular Momentum	الزخم الزاوي

Angular Velocity	السرعة الزاوية
Ankle	الكاحل
Approach	الاقتراب
Axis	محور
Axis of Rotation	محور الدوران
B	
Back	ظهر
Ball and Socket Joints	مفاصل الكرة والحق
Ballistics	علم يدرس قوانين حركة القذائف
Base Support	قاعدة الارتكاز
Biceps femoris	العضلة ذات الرأسين الفخذية
Biomechanics	الميكانيكا الحيوية
Bones	العظام
C	
Capsule of Joint	محفظة المفصل
Cardinal Plane	المستوى الأساس
Cartilages	الغضاريف
Cartilaginous Joints	المفاصل الغضروفية
Center of Gravity	مركز الثقل
Centimeter	وحدة قياس الطول في نظام "السنتيمتر- غرام- ثانية" للوحدات
Centrifugal Force	القوة الطاردة المركزية
Centripetal Force	قوة الجاذبية
Chrono Cyclography	التصوير الدائري

Chronophotography	التصوير بالأثر الضوئي
Cinematography	التصوير السينمائي
Circumduction	الحركة الدائرية
Coefficient of Friction	معامل الاحتكاك
Compression	ضغط
Concentric Tension	الانقباض بالتقصير
Condyloid Joints	المفاصل اللقمية
Conservation Momentum	حفظ كمية الحركة
Conservation of Energy	حفظ الطاقة
Continuity Principle	مبدأ الاستمرارية
Control	تحكم، سيطرة
Coordinate	تنسيق
Coronal plane	المستوى التاجي
Cronograph	جهاز ضبط الزمن
Cycle	دورة
Cyclogrametery	تصوير النبضات الضوئية
Curve of the force - time	منحنى القوة_الزمن

D

Deceleration	التباطؤ
Decimal System	نظام عشري
Degree	درجة
Density	الكثافة
Depression	الخفض
Discourage	ثني

Displacement	الإزاحة
Distance	المسافة
Dorsiflexion	رفع مشط القدم، ثني ظهري
Drag	الإعاقة

E

Eccentric Tension	الانقباض بالتطويل
Elbow	المرفق
Elevation	الرفع
Energy	الطاقة
Equilibrium	الاتزان
Erector spinae muscle	العضلة ناصبة الفقار
Evaluation	التقييم
Eversion	انقلاب القدم للخارج
Extension	مد، انبساط
Extensor digitorum longus muscle	العضلة باسطة الأصابع الطويلة
Extensor hallucis muscle	العضلة باسطة الإبهام
External oblique abdominis muscle	العضلة البطنية المائلة الخارجية

F

Fascia	اللفافة
Femur	عظم الفخذ
Fibrous joints	المفاصل الليفية
Fibula	عظم الشظية
Flexibility	مرونة

Flex laterally	ثني جانبي
Flexor	ثني
Flexor accessorius muscle	العضلة القابضة المساعدة
Flexor digitorum brevis muscle	العضلة القابضة للأصابع القصيرة
Foot	القدم
Force	القوة
Force Arm	ذراع القوة
Force Plate Form	منصة قياس القوى
Friction	الاحتكاك
Frontal Plane	المستوى الأمامي

G

Gastrocnemius	العضلة التوأمية الساقية
Gliding Joints	المفاصل الانزلاقية
Gluteal muscles	العضلات الالوية
Gravitational Force	قوة الجاذبية
Groin muscles	العضلات الأربية

H

Hamstrings	أوتار المأبض(عضلات الفخذ الخلفية)
Head	الرأس
Height	الارتفاع
Hinge Joints	المفاصل الرزية
Hip	الورك

I	
Impact	تصادم
Impulse	الدفع
Inclination	زاوية الميل
Inertia	القصور الذاتي
Initial Velocity	سرعة ابتدائية
Instep	مشط القدم
Internal oblique abdominis muscle	العضلة البطنية المائلة الداخلية
Inversion	انقلاب القدم للداخل
Isometric Tension	الانقباض الثابت
J	
Joints	المفاصل
K	
Kinematics	علم الحركة المجردة
Kinetic Energy	الطاقة الحركية
Knee	الركبة
L	
Landing	الهبوط
Lateral	الجانبي
Latissimus dorsi	الظهرية العظيمة
Leg	الساق
Lesser trochanter	المدور الصغير

Lever	رافعة، عتلة
Lift	الرفع
Ligaments	الأربطة
Linear Kinematics	كينماتيكا الحركة المستقيمة
Linear Kinetics	كيناتيكا الحركة المستقيمة
Linear systems and non-linear	الأنظمة الخطية واللاخطية
Longitudinal Axis	المحور الطولي
Lumbrical muscles	العضلات الدودية

M

Mass	الكتلة
Magnitude	مقدار غير محدد الاتجاه
Magnuse Effect	تأثير ماغنوس
Measurement	القياس
Mechanical Energy	الطاقة الميكانيكية
Medial	الوسطي
Median plane	المستوى الوسطي
Medical Physics	الفيزياء الطبية
Method	طريقة
Minute	دقيقة، وحدة قياس الزمن
Model	النموذج
Moment	عزم
Moment Arm	ذراع العزم
Moment Measurement by Stroboscopic	القياس اللحظي بواسطة الخلايا الضوئية

Momentum	كمية الحركة، الزخم
Motion of the Angular	الحركة الزاوية
Muscle iliacus	العضلة الحرقفية
Muscle psoas	العضلة القطنية
Muscle vastus	العضلة المتسعة
Muscles	العضلات

N

Neck	الرقبة
Newton	نيوتن: وحدة قوة في نظام الوحدات الدولية
Newton's first law	قانون نيوتن الأول
Newton's second law	قانون نيوتن الثاني
Noise Electronic	ضوضاء الكتروني

O

Oblique	مائل
Obtuse Angle	زاوية منفرجة

P

Pelvis	الحوض
Performance	الأداء
Peroneal Muscles	العضلات الشظوية
Peroneus brevis	الشظوية القصيرة
Peroneus longus	الشظوية الطويلة
Peroneus tertius	الشظوية المثلثة
Pivot Joints	المفاصل المحورية

Plantarflexion	الثني الاخمصي
Potential Energy	الطاقة الكامنة
Power	القدرة
Principles of movement	مبادئ الحركة
Projectiles Motion	حركة المقذوفات
Pronation	الكب

Q

Quadriceps	العضلة رباعية الرؤوس
Qualitative Analysis	التحليل النوعي
Quantitative Analysis	التحليل الكمي

R

Radial Acceleration	التعجيل القطري(العمودي)
Radial deviation	ثني كعبري
Radian	نصف قطرية
Radioulnar Joint	المفصل الكعبري الزندي
Radius of Gyration	نصف قطر الدوران
Range	مدى المقذوف
Rate of force	معدل القوة
Reaction Force	قوة رد الفعل
Rectilinear	المستقيم
Rectus abdominis	العضلة البطنية المستقيمة
Rectus femoris	الفخذية المستقيمة
Resultant	المحصلة
Retraction	تراجع

Ribs	الأضلاع
Rotary Motion	الحركة الدورانية
Rotate	تدوير
Rotational Energy	طاقة دورانية
Running	جري

S

Sacrum	العجز
Saddle Joints	المفاصل السرجية
Sagittal	سهمي
Semimembranosus	العضلة نصف الغشائية
Semitendinosus	العضلة نصف الوترية
Shoulder	الكتف
Soleus muscle	العضلة الأخمصية
Spatial	مكاني
Speed	السرعة العددية، الانطلاق
Speedography	جهاز تسجيل السرعة
Spine	العمود الفقري
Stability	الاستقرار
Statics	علم السكون
Supination	البطح
Support	الساندة
Swing	مرجحة
Synovial Joints	المفاصل الزليلية

T

Tangential Acceleration	التعجيل المماسي
Technique	أسلوب
Tendon	وتر
Tendon of flexor hallucis longus	وتر العضلة القابضة لإبهام القدم الطويلة
Tendons of flexor digitorum longus	أوتار العضلة القابضة للأصابع الطويلة
Tensor fasciae latae	موترة اللفافة العميقة
The determination of inertia	عزم القصور الذاتي
The posterior tibial	العضلة الظنبوبية الخلفية
Thigh	الفخذ
Three-dimensional analysis	التحليل الثلاثي الأبعاد
Throwing distance	مسافة الرمي
Tibialis anterior	العضلة الظنبوبية الأمامية
Tibialis posterior	العضلة الظنبوبية الخلفية
Time	الزمن
Toe	أصبع القدم
Torque	عزم الدوران
Transverse plane	المستوى المستعرض
Trunk	الجذع
Two-dimensional analysis	التحليل الثنائي الأبعاد

U

Ulnar flexion	ثني زندي

V

Vector and Scalars	الكميات القياسية والمتجهة
Velocity	السرعة المتجهة
Vertical	عمودي، رأسي
Videography	التصوير الفيديوي
W	
White Fibrous Tissue	النسيج الليفي الأبيض
Work	الشغل
Wrist	الرسغ
X	
X axis	المحور السيني(الأفقي)
Y	
Y axis	المحور الصادي(الرأسي)
Z	
Z axis	المحور العيني

تم بحمد الله

المؤلف في سطور

- دكتوراه الفلسفة في التربية الرياضية من كلية التربية الرياضية/جامعة البصرة- العراق 2006م
- مدرس بكلية التربية الرياضية/جامعة البصرة- العراق2002م
- مدرس بكلية التربية الرياضية/جامعة ديالى- العراق2004م
- أستاذ الميكانيكا الحيوية المشارك بقسم التربية البدنية والرياضية/جامعة حضرموت للعلوم والتكنولوجيا- اليمن من مايو 2007م وحتى تاريخه
- عضو الجمعية الدولية للميكانيكا الحيوية في الرياضة (ISBS) رقم العضوية 2292
- عضوالأكاديمية الرياضية العراقية
- احد العاملين في مجال البايوميكانيك الرياضي في جمهورية العراق(IraqSBS)
- مؤلف كتاب التقييم الميكانيكي في مدرسة كرة القدم، صوت القلم العربي- مصر2010م
- إصدار برنامج(DVD إقلاعي) عن الإصابات الرياضية والإسعافات الأولية2012م
- ترجمة القواعد الرسمية للكرة الطائرة 2013- 2016م، الأكاديمية الرياضية العراقية، مارس2013م
- نشر العديد من الأبحاث العلمية والمشاريع الممولة في دوريات متخصصة دولية ومحلية
- نشر العديد من المقالات العلمية بالصحف والمجلات والمواقع الالكترونية
- شارك في عدد من المؤتمرات العلمية الدولية في داخل العراق وخارجه
- اشرف على العديد من رسائل الماجستير والدكتوراه
- حاصل على شهادة دبلوم في التحليل البايوميكانيكي باستخدام التصوير الفيديوي وبرامجيات الكومبيوتر2009م
- حاصل على شهادة خبرة من Sports Professional Consulting Sweden للعمل والتدريب على الكاميرة الرقمية ذات السرعات التصويرية العالية، دمشق2010م
- شارك في عدة بطولات ومهرجانات رياضية في كليات التربية الرياضية في الجامعات العراقية والأندية والمؤسسات الرياضية
- حاصل على الشهادة التدريبية الآسيوية بكرة القدم فئةC
- مدرب منتخب كلية التربية الرياضية- جامعة البصرة بكرة القدم
- مدرب نادي البصرة الرياضي بكرة القدم للناشئين والشباب

لقد لاقت تطبيقات الميكانيكا الحيوية على الفعاليات والألعاب الرياضية وخاصة الفردية منها قبولاً مميزاً من قبل المهتمين والمختصين لهذه الألعاب والفعاليات، إلّا ان تطبيقات الميكانيكا الحيوية على لعبة كرة القدم لم تحظ بالنصيب الوافر، وهذا ما كان حافزاً ودافعاً للمؤلف من الخوض في غمار هذا الموضوع على الرغم من حداثته وصعوبة البحث فيه مراعين في ذلك الشرح الواضح والمبسط ليكون مفهوماً لكل من المدرب واللاعب والباحث، ليكون هذا العلم أكثر انفتاحاً وتطبيقاً واقعياً بمجال كرة القدم وترجمة ذلك من خلال اعتماد المؤشرات الميكانيكية لانتقاء المواهب الكروي التي يمكن استثمارها لتشكيل الفرق الرياضية المميزة.

وتعتبر المفاهيم التشريحية لأجسام اللاعبين الشرط الأساس والمسبق للوصول إلى الفهم المعمق لميكانيكية حركة لاعبي كرة القدم، وهذا ما حتم على المؤلف تناول هذا الموضوع في الفصل الأول من هذا الكتاب، في حين تم التطرق في الفصل الثاني لأساليب ووسائل التقييم في الميكانيكا الحيوية، وتم شرح التحليل البيوميكانيكي لمهارة الركل في الفصل الثالث، وفي الفصل الرابع فكان عن المفاهيم الميكانيكية ودورها في تثبيت الموهبة بكرة القدم، وتم الربط في الفصل الخامس بين التحكم العضلي والميكانيكا الحيوية ودورهما في تطوير مهارة الركل. وناقش الفصل السادس مهارة القفز عند لاعبي كرة القدم، وتم عرض مهارة ضرب الكرة بالرأس في كرة القدم في الفصل السابع، ويختتم الكتاب موضوعاته بالفصل الثامن الذي يعرض شرحاً وافياً عن ميكانيكية مهارات حارس المرمى.

Design By Majdalawi

ISBN 995702561-9



Dar Majdalawi Pub.& Dis

Telefax : 5349497 - 5349499
P.O.Box : 1758 Code 11941
Amman - Jordan



دار مجدلاوي للنشر والتوزيع

تليفاكس : ٥٣٤٩٤٩٧ - ٥٣٤٩٤٩٩
ص.ب : ١٧٥٨ الرمز ١١٩٤١
عمان - الاردن

www.majdalawibooks.com
E-mail:customer@majdalawibooks.com